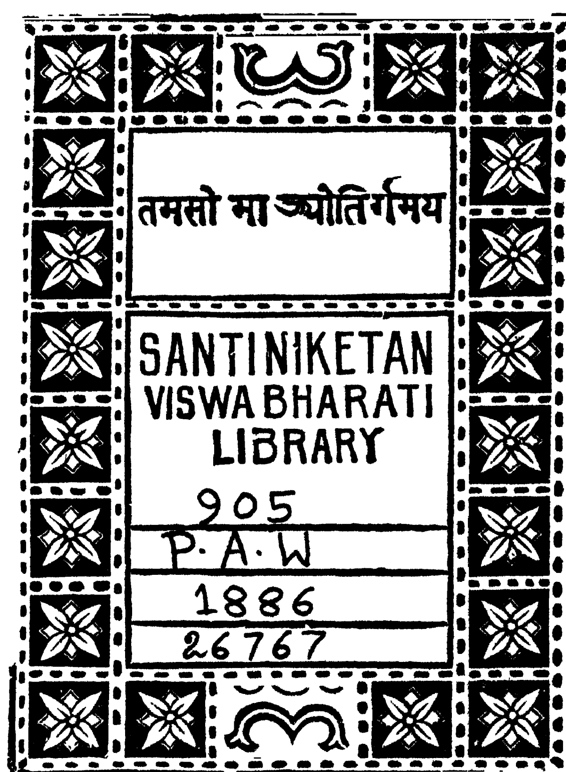


तमसो मा ज्योतिर्गमय
SANTINIKETAN
VISWA BHARATI
LIBRARY
905
P. A. W
1886
26767

1886

I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

7. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. J. Schmidt las zur Declination und Stammbildung der indogermanischen Neutra.

2. Von Hrn. Gerhard in Eisleben war eine Mittheilung aus Leibniz' Papieren eingegangen. Dieselbe erfolgt in einem der nächsten Berichte.

1886.
II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

7. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Websky las über Construction flacher Zonenbögen beim Gebrauch der stereographischen Kugelprojection.

2. Hr. du Bois-Reymond legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Is. Steiner in Heidelberg über das Grosshirn der Knochenfische vor.

3. Hr. Schulze legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. G. Fritsch über die Parasiten des Zitterwelses vor.

4. Von Hrn. Dr. Brock, Privatdocenten an der Universität Göttingen, der mit Unterstützung der Akademie eine Reise zur Erforschung insbesondere der Prosobranchier im indischen Archipel ausgeführt hat, war aus England, wo er sich gegenwärtig aufhält, ein Bericht über seine Reise-Erlebnisse und -Ergebnisse eingegangen.

Die Nummern 2. und 4. folgen umstehend, die 1. und 3. werden nach Herstellung der Abbildungen in diesen Berichten erscheinen.

Über das Grosshirn der Knochenfische.

Von Is. Steiner
in Heidelberg

Im Anschluss an die Aufgabe, welche ich mir jüngst gestellt hatte,[1] wandte ich mich nunmehr dem Studium der Physiologie desjenigen Gehirnes zu, welches unter den Gehirnen der Wirbelthiere zweifellos am wenigsten complicirt sein dürfte; ich meine das Gehirn der Fische, besonders das der Knochenfische, die allein uns hier zugänglich sind, und bei diesen handelt es sich vorläufig nur um das Studium der Functionen des Gross- oder Vorderhirnes.

Als Grosshirn bezeichnen wir mit den Autoren denjenigen Abschnitt des Gehirnes, welcher vor den sogenannten Lobi optici liegt (dieser Abschnitt umfasst auch die experimentell vom Grosshirn nicht zu trennenden Riechlappen).

Während der Experimentator hier Vortheile zu erwarten hat, die aus dem weniger verwickelten Baue des Fischgehirnes resultiren, stellen sich andererseits der technischen Ausführung dieser Versuche wesentliche Schwierigkeiten in den Weg, die in dem Medium liegen, welches die Fische bewohnen. Diese Schwierigkeiten müssen aber von der Operationsmethode überwunden werden und zwar in dem Grade, dass sie der Bedingung genügt, die operirten Thiere längere Zeit am Leben zu erhalten, bis die durch den operativen Eingriff als mechanischen Insult gesetzten Störungen abgelaufen sind und die reinen Ausfallserscheinungen zu Tage treten.

Die bisher geübte Methode, welche diese Bedingungen niemals erfüllte, bestand darin, dass man ausserhalb des Wassers die knöcherne Schädeldecke des Fisches mit einer Knochenzange absprengte, mit einem geeigneten Instrumente den betreffenden Hirntheil abtrug und den Fisch wieder in das Wasser setzte, wo letzteres ungehindert auf das freiliegende Gehirn einwirken kann. So operirte Thiere überlebten kaum den nächsten Tag.[2]

[1] I. Steiner. Untersuchungen über die Physiologie des Froschhirnes. Braunschweig 1885. S. 3. — Vergl. auch diese Berichte, 1885. 1. Hlbbd. S. 501.

[2] Ausgenommen ist Baudelot, welcher das Gehirn mit einem Tropfen warmen Fettes bedeckte und der seine grosshirnlosen Fische eine Woche am Leben erhielt.

Die von mir geübte Methode ist folgende: zunächst muss der Fisch, da er nur ausserhalb des Wassers operirt werden kann, künstlich respirirt werden, was leicht so auszuführen ist, dass man einen Gummischlauch an die Wasserleitung ansetzt, dessen freies Ende ein Assistent, welcher den Fisch hält, in den Rachen des Fisches schiebt, dort festhält und für regelmässigen Wasserzufluss sorgt. Unter diesen Bedingungen verhält sich der Fisch vollkommen ruhig, so dass der Operateur ungestört mit aller Genauigkeit und Vorsicht die Operation ausführen kann. Man hebt nun zunächt die Schädeldecke von vorn nach hinten mit einer Knochenzange als »Knochenlappen« so ab, dass derselbe an dem hinteren Umfange durch die Haut mit dem Fischkörper in Verbindung bleibt. Diesen Knochenlappen klappt man auf, tupft mit einem in physiologische Kochsalzlösung getränkten weichen Schwämmchen das in der Schädelhöhle befindliche Fett so lange auf, bis das Grosshirn und seine Grenze gegen das Mittelhirn frei ist und trägt das Grosshirn mit einem passenden Instrumente ab. Diese ganze Operation kann unter günstigen Verhältnissen mit minimalem Blutverlust ausgeführt werden. Nunmehr klappt man den Knochenlappen mit sorgfältiger Benutzung aller chirurgischen Kunstgriffe so herunter, dass er sich genau in sein altes Lager einfügt und befestigt ihn dort mit einer am vorderen Umfange angesetzten Naht, deren Anlage bei der Dünne und Zartheit der Fischhaut genügende Vorsicht verlangt. Auf diese Weise ist das Gehirn nach aussen im Wesentlichen wieder abgeschlossen. Um aber auch den Schnittkanal zu schliessen, durch welchen ein Verkehr zwischen Hirnhöhle und Wasser noch stattfinden könnte, überzieht man die Schnittränder, nachdem sie sorgfältig getrocknet worden sind, mit einer dünnen Schicht von Gelatine und macht diese durch Bepinseln mit einer concentrirten Tanninlösung für Wasser widerstandsfähig.

Jetzt ist die Operation beendet und man bringt den Fisch in sehr gutem Zustande in's Wasser. Die Gelatinekappe hält nur ein bis zwei Tage, worauf sie abfällt; nicht weil sie in dem Wasser gequollen wäre, sondern weil sie sich bei den Bewegungen des Kopfes verschiebt. Der Wegfall der Kappe ist indess jetzt ohne Belang, weil sich inzwischen der Schnittkanal mit festem Material ausgefüllt hat, das die Hirnhöhle völlig abschliesst. Solche Fische überleben die Operation um Wochen: so besitze ich zur Zeit drei Exemplare, welche vor sechs Wochen operirt worden, bei denen auch schon die Nähte herausgefallen sind und der Knochenlappen fest eingeheilt scheint.

Beobachtet man einen so operirten Fisch, so sieht man, schon unmittelbar nach der Operation, gar keine Störung in seinem Ver-

halten; vielmehr schwimmt er, nachweisbar ohne äussere Anregung, ganz regelmässig, wie ein normaler Fisch, umher oder er steht unbeweglich, nur dem Spiele seiner Flossen freie Bewegung gewährend, in irgend welcher Höhe der Wassersäule oder in einer Ecke auf dem Boden des Aquariums. Das heisst, er entspricht in keiner Weise den beiden Voraussetzungen, welche man über seine Beweglichkeit nach der Grosshirnabtragung nur machen kann und thatsächlich nur gemacht hat: nämlich entweder müsste er in Analogie zu den über ihm stehenden Wirbelthieren vollkommen unbeweglich sich verhalten oder er müsste umgekehrt in Folge peripherer Einwirkung des umgebenden Wassers unausgesetzt in Bewegung bleiben bis er ermüdet (FERRIER). Aber Keines von Beidem trifft zu, sondern es tritt ein Drittes auf, ein beständiger Wechsel von Ruhe und Bewegung, d. h. willkürliche Veränderung des zu einer bestimmten Zeit eingenommenen Standortes, oder die Erhaltung des Willens, dessen Sitz wir demnach bei unserem Fische in den hinter seinem Grosshirn gelegenen Abschnitten des Gehirnes zu suchen hätten.

Dieses Resultat steht in vollstem Widerspruche zu den Resultaten der Grosshirnabtragung bei allen übrigen Wirbelthieren, bei welchen ausnahmslos nach jener Operation jede willkürliche Bewegung erlischt.

Dass ein solcher Fisch Hindernissen ausweicht, also sehend ist, kann man leicht bestätigen; es erscheint dies aber wenig auffallend, da man für den Frosch dieselbe Thatsache schon kennt.

Wenn man unseren Fisch zunächst drei Tage ungestörter Ruhe überlässt und ihm nunmehr einen Regenwurm zuwirft, so schiesst er auf denselben zu, erfasst ihn mit seinem Maule und verschlingt ihn. Diesen Versuch kann man öfter mit demselben Erfolge wiederholen. Wirft man den Regenwurm an eine Stelle des Aquariums, welche im Augenblicke nicht im Gesichtskreise des Fisches liegt, so findet er ihn bei der nächsten Wendung, durch welche jener in seinen Gesichtskreis gelangt und um so rascher, je lebhafter die Bewegungen des Regenwurmes sind. Lässt man einen Bindfaden von ungefähr den Dimensionen des Regenwurmes in das Wasser fallen, so schiesst der Fisch ebenfalls auf den Faden los, fasst ihn mit dem Maule, um ihn sogeich wieder fahren zu lassen oder wendet schon kurz bevor er ihn erreicht hat.

Derselbe Versuch ist zwei und selbst einen Tag nach der Operation gelungen. Als nothwendige Bedingung ist nur hinzuzufügen, dass der operirte Fisch sich in einem Aquarium mit fliessendem Wasser befinde; in einem solchen mit stehendem Wasser ist der Versuch missglückt, trotz regelmässiger Lüftung desselben.

Daraus folgt, dass der des Grosshirnes beraubte Fisch noch im Stande ist seine Nahrung selbst zu suchen, somit also unbeschränkte Zeit fortleben kann. Auf diese Weise leben die oben bezeichneten drei Fische schon sechs Wochen lang dadurch, dass sie die ihnen täglich in ihr Aquarium geworfenen Regenwürmer selbständig aufnehmen.

Alle über den Fischen stehenden Wirbelthiere sterben unter denselben Voraussetzungen den Hungertod, da sie niemals im Stande sind, ihre Nahrung aufzusuchen.

Der Fisch, an welchem diese Versuche gemacht werden, ist *Squalius cephalus* (Siebold); andere Fische sind bisher nicht untersucht worden, indess ist nicht zu bezweifeln, dass man dieselben Erscheinungen auch bei anderen Fischen wird darstellen können; womit ich eben beschäftigt bin.

Somit fehlen dem Grosshirn der Fische jene cardinalen Functionen, welche man bisher bei allen über den Fischen stehenden Wirbelthieren als dem Grosshirn eigenthümlich und charakteristisch betrachtet hatte. Diese Thatsachen erhalten eine natürliche Basis in dem Funde von Rabl-Rückhard,[1] wonach »das Knochenfischgehirn wie das Gehirn »eines höheren Wirbelthieres erscheint, von dem man den dorsalen »Grosshirnmantel abpräparirt hat und in dessen nun offenem Ventrikel »die Stammganglien frei zu Tage liegen«.

Welche Function diesem Grosshirn noch verbleiben mag, werde ich später an einem anderen Orte ausführlich behandeln.

Das wesentliche Interesse dieser Resultate gipfelt in einem allgemeinen Satze, der sich jetzt erst ableiten lässt. Betrachtet man nämlich die Functionen des Grosshirnes in der gesammten Wirbelthierreihe, so wissen wir nunmehr Folgendes:

1. Bei den Fischen sind willkürliche Bewegung und die Fähigkeit selbständig Nahrung zu suchen an das Mittelhirn bez. an hinter dem Grosshirn gelegene Abschnitte des Gehirnes gebunden.
2. Bei den Amphibien sind jene Functionen an das Grosshirn geknüpft, während »Sehen« bez. zweckmässige Verwerthung der Gesichtseindrücke dem Mittelhirn verbleiben.

   Mit Übergehung der Reptilien, wo in unseren Kenntnissen leider eine Lücke vorhanden ist, findet man
3. bei den Vögeln die Function des Sehens schon an das Grosshirn geknüpft, während das Centrum für die Sinnesempfindungen der Haut noch im Mittelhirn liegt.

[1] Rabl-Rückhard. Das Grosshirn der Knochenfische u. s. w. Archiv für Physiologie von du Bois-Reymond. 1881.

4. Bei den Säugethieren sind auch die Sinnesempfindungen der Haut theilweise an das Grosshirn gebunden.

Daraus folgt der allgemeine Satz: es wandern in der Wirbelthierreihe Functionen des Mittelhirnes in das morphologisch definirte Grosshirn, oder die phylogenetische Entwickelung des Grosshirnes beruht auf einer Anhäufung von Functionen, welche dorthin aus dem Mittelhirn nach und nach eingewandert sind.

Die Versuche sind auf dem zoologischen Laboratorium gemacht worden, für dessen Benutzung ich dem Director desselben, Hrn. Prof. BÜTSCHLI, meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Bericht über eine mit Unterstützung der Akademie in den Jahren 1884—1885 im indischen Archipel zu zoologischen Zwecken ausgeführte Reise.

Von Dr. J. Brock
in Göttingen.

St. Leonards-on-Sea, Hastings,
Sussex, 23. December 1885.

Am 31. October 1884 schiffte ich mich auf dem Hamburger Dampfer »Massalia« nach Singapore ein. Meine Reise-Ausrüstung war derart, dass ich ausser allen Utensilien zum Sammeln und Conserviren auch mit allem Nöthigen versehen war, um zootomische und histologische Untersuchungen an Ort und Stelle im weitesten Umfange vornehmen zu können. Die Fischerei-Apparate, welche Prof. Moebius selbst die Güte gehabt hatte, für mich zusammenzustellen, waren im Gegensatz dazu nicht sehr umfangreich und erlaubten mir bis höchstens 20 Faden tief zu dredgen. Indessen spielt die Dredge, wie ich jetzt Prof. Moebius nach gewonnenen eigenen Erfahrungen vollkommen beipflichten muss, in den Tropen — abgesehen von Tiefseeforschungen natürlich — meist keine so wichtige Rolle, wie in der gemässigten Zone, weil sich das Thierleben zu ausschliesslich auf die Korallenbänke concentrirt. Ich werde am Schluss dieses Berichtes noch einmal ausführlicher auf diesen Punkt zurückzukommen haben.

Am 12. December landete ich nach einer ziemlich schnellen und glücklichen Reise in Singapore. Nachdem die ersten Tage mit der ersten nothwendigen Acclimatisation, Beschaffung der passenden Garderobe, Besuchen, Abgabe von Empfehlungsbriefen u. s. w. verstrichen waren, begann ich auf immer weiter ausgedehnten Segelboot-Excursionen den Hafen und die umliegenden Inseln mit Rücksicht auf meine Zwecke einer näheren Prüfung zu unterziehen. Leider hatte ich keinen Grund, mit meinen Resultaten sehr zufrieden zu sein: schon gegen Weihnachten war ich mit mir darüber im Klaren, dass ich hier ein besonders günstiges Terrain in keinem Fall vor mir hatte. Es mangelt in Singapore nicht an Korallenbänken, aber sie liegen von der Stadt durchschnittlich viel zu weit entfernt, und Gelegenheit, in der Nähe

zu wohnen, ist nicht vorhanden. Ausserdem ist die Ebbe- und Fluthdifferenz eine so grosse (8—10 Fuss), dass die Bänke nur bei den tiefsten Ebben so weit trocken laufen, um ein erfolgreiches Sammeln auf ihnen zu ermöglichen. Endlich ist die Conchylienfauna von Singapore noch verhältnissmässig arm und besonders die grossen Arten, um deren Erlangung es mir in erster Linie zu thun war, noch spärlich vertreten, vielmehr wurde ich für diese von Europäern und Eingeborenen immer wieder weiter nach Osten verwiesen. So entschloss ich mich denn, besonders da ein inzwischen eingetroffener Brief meines Fachgenossen Dr. Sluiter in Batavia die Verhältnisse dort viel günstiger schilderte, Singapore definitiv den Rücken zu kehren.

Am 6. Januar 1885 traf ich in Batavia ein. Von Dr. Sluiter freundlich empfangen, entschied ich mich nach einer in seiner Begleitung unternommenen mehrtägigen Orientirungstour für eine kleine Koralleninsel vor der Rhede von Batavia, »Edam« (»pulo Damar« der Malayen), auf der ein Leuchtthurm stand, welcher mir zugleich das nöthige Unterkommen gewährte. Das ausgedehnte Riff, das diese kleine Insel umgab, lief bei der Ebbe in grosser Ausdehnung trocken (der Höhenunterschied der Gezeiten beträgt in der Sundasee meist nicht mehr als zwei bis vier Fuss) und schon die erste flüchtige Untersuchung desselben bewies, dass Dr. Sluiter's Angaben in Bezug auf seinen Thierreichthum keine übertriebenen waren. Das alles waren nicht zu verachtende Vortheile, und da die lange gezwungene Unthätigkeit meinen Wunsch, möglichst bald an die Arbeit gehen zu können, auf das Höchste gesteigert hatte, so schlug ich den einzigen grossen Übelstand, dass die Insel berüchtigt ungesund war, nicht allzu hoch an und beschloss, mich dort zunächst niederzulassen. Die Erlaubniss von der Regierung war bald erlangt, Fischer gemiethet, Lebensmittel aller Art in Batavia gekauft, mein ganzes Gepäck auf zwei Segelböten auf die Insel geschafft und so war ich endlich gegen Mitte Januar 1885 so weit, mit dem Auspacken meiner Sachen und dem wissenschaftlichen Arbeiten beginnen zu können.

Von Januar bis Anfang April habe ich auf dieser kleinen Insel, auf welcher ausser mir nur noch ein Europäer (der »Lichtopzichter«) und etwa ein Dutzend Malayen (Leuchtthurmwärter und Strafgefangene, sogenannte »Kettengangers«) lebten, zugebracht, wenn auch nicht ununterbrochen. Vielmehr ging ich alle drei bis vier Wochen, wenn sich bei der Ablösung des betreffenden Leuchtthurmwärters die Gelegenheit dazu bot, wieder auf einige Tage nach Batavia, um meine Correspondenz in Empfang zu nehmen und mich bei mehr zusagender Kost, Wohnung und Gesellschaft, als sie mir auf dem Leuchtthurm geboten waren, etwas von meinen Entbehrungen und Anstrengungen zu erholen.

Meine Thätigkeit während dieser Zeit war hauptsächlich dem Sammeln gewidmet, wozu mir der Thierreichthum des Korallenriffs reichliche Gelegenheit bot. Überhaupt musste ich schon hier, wie ich gleich einschaltend bemerken will, und in der Folge immer meinen Arbeitsplan den Verhältnissen entsprechend bedeutend modificiren. Nach meiner ursprünglichen Absicht waren zootomische und histologische Arbeiten in erster Reihe vorgesehen und nur die noch etwa verbleibende Zeit sollte mit Sammeln ausgefüllt werden. Ich kam aber bald zu der Einsicht, dass ausgedehntere zootomische und histiologische Untersuchungen in Indien (wahrscheinlich aber in den Tropen überhaupt) von dort nicht dauernd ansässigen Personen nur unter ausnahmsweise günstigen Bedingungen vorgenommen werden können. Es sind hierfür nämlich besondere, wenn auch noch so einfach eingerichtete Laboratorien nöthig, da die gewöhnlichen Wohnhäuser bei ihrer einzig auf Schatten und Luftzug berechneten Bauart sich besonders zum Mikroskopiren meist als vollständig ungeeignet erweisen. Ausserdem ist auch die mit Ausnahme der frühen Morgenstunden gleichmässig hohe Temperatur, die verhältnissmässige Kürze des Tages und (wenigstens während der Regenzeit) die starke Belästigung durch Fliegen und Mosquitos ebenfalls als hinderlich mit in Anschlag zu bringen. Ich will indessen gern zugeben, dass alle diese Hindernisse schliesslich zu überwinden gewesen wären, hätte mir der grosse Umfang, zu dem bald, fast wider meinen Willen, meine Sammelthätigkeit anschwoll, dazu die nöthige Zeit gelassen. Erstens war das Sammeln selbst, bei dem ich oft, von oben den Strahlen der tropischen Sonne ausgesetzt, stundenlang bis an die Brust im Wasser stand und aus steinharten Korallenblöcken Anneliden, Gephyreen u. s. w. herausmeisselte, auch körperlich ungemein anstrengend und raubte mir meine Frische; von meiner noch übrigen Arbeitszeit aber nahm das Conserviren des neu hinzukommenden und die beständige Revision des vorhandenen Materials bei weitem den grössten Theil in Anspruch, was leicht verständlich wird, wenn man bedenkt, dass das Conserviren vieler mariner Evertebraten (Anneliden, Nemertinen, Turbellarien, Medusen u. s. w.) ein mehr oder minder complicirter Process ist, der Zeit, Geduld, Geschicklichkeit und Erfahrung in gleichem Maasse in Anspruch nimmt. Endlich will ich nicht unerwähnt lassen, dass ich von allen Thieren, die die Wahrscheinlichkeit für sich hatten, der Wissenschaft neu zu sein, insbesondere fast allen Turbellarien, Nemertinen und Nacktschnecken, nicht versäumte, Farbenskizzen nach dem Leben anzufertigen, und wo dies bei der Fülle der Formen leider nicht durchführbar war (Actinien, Spongien), in den meisten Fällen lieber auf das Sammeln überhaupt verzichtete.

Diese Auseinandersetzungen dürften wohl zur Genüge erweisen, dass für zusammenhängende zootomische und mikroskopische Untersuchungen mir kaum Zeit übrig blieb, wenn sie auch, wo es irgend anging, darum nicht ganz vernachlässigt wurden. Ein Resultat derselben kann ich schon hier mittheilen: die Entdeckung doppelter oft sehr bizarr gestalteter Spermatozoen bei vielen tropischen Prosobranchiern, analog den Funden, die man in neuester Zeit bei den europäischen Formen gemacht hat, so dass es sich um eine ganz allgemein verbreitete Erscheinung zu handeln scheint. Die wenigen Zergliederungen von Prosobranchiern dagegen, auf welche ich, entgegen meinem ursprünglichen Programm, mich an Ort und Stelle beschränken musste, haben naturgemäss bis jetzt mich nicht weiter, als bis zu einer allgemeinen Übersicht der Anatomie geführt. Indessen ist der Zweck meiner Reise, wenn auch ihr Programm in der angegebenen Weise modificirt werden musste, doch auch für dieses specielle Arbeitsthema keineswegs als verfehlt anzusehen; denn ein ausgedehntes und sorgfältigst conservirtes Arbeitsmaterial, wie es grade für diesen Zweck zusammengebracht augenblicklich wohl Niemand ausser mir, selbst das grösste Museum nicht, besitzen dürfte, setzt mich in Stand, die betreffenden Untersuchungen hier in aller Musse im Bereich aller litterarischen Hülfsmittel allmählich durchzuführen.

Im Übrigen erwies sich die Insel Edam an Thierformen aller Art so reich, dass, als ich sie im April 1885 definitiv verliess, ich schon mit einer gewissen Befriedigung auf meine Errungenschaften zurückblicken konnte. Alles hatte ich freilich noch nicht erreicht, insbesondere fehlten mir an Prosobranchiern noch immer viele specifisch oder doch vorwiegend tropische Formen, als Mitra, Harpa, Oliva, Voluta, Strombus, Cassis, Solarium u. s. w., ohne welche nach Europa zurückzukehren ich mich nur ungern entschlossen hätte. So versuchte ich es daher Mitte April mit einer zweiten Leuchtthurminsel, »Noordwachter Eiland« (»Pulo Sebiri« der Malayen), die aber viel weiter, mindestens 60—70 Seemeilen von der Küste entfernt lag. Nach den Beschreibungen, die ich — allerdings nur von Laien — von der Insel, der Ausdehnung ihrer Riffe u. s. w. gehört hatte, ging ich mit hochgespannten Erwartungen dorthin, sah mich aber bald gründlich enttäuscht. Allerdings war das Riff sehr gross, aber eine sehr alte, schon grösstentheils mit Sand und Schlamm ausgefüllte Korallenbildung, die nur an wenigen Punkten noch lebende Korallen aufzuweisen hatte. Leider kam diese Erkenntniss jetzt zu spät: ich musste fünf Wochen bis zur nächsten Ablösung hier ausharren, da es absolut kein anderes Mittel gab, die Insel zu verlassen. Gleichwohl erhielt ich, so arm wie die Fauna im Ganzen war, doch eine

Anzahl neuer eigenthümlicher Formen; von Prosobranchiern indessen, die mich ja vorzugsweise interessirten, erhielt meine Sammlung leider fast gar keinen Zuwachs. Als ich daher Mitte Mai nach Batavia zurückgekehrt war, begann ich mich ernstlicher mit dem Gedanken zu beschäftigen, meine Reise bis nach den Molukken auszudehnen, wohin ich immer wieder als dem Eldorado des Zoologen, insbesondere des Conchyliologen, gewiesen wurde. Auch hier bereitete die Wahl des Ortes wieder viel Schwierigkeiten; Banda, Amboina, Ternate u. s. w. wurden mir wechselsweise angepriesen, aber der Rath eines Fachmannes war nicht zu erlangen. So entschied ich mich denn endlich für Amboina, dem seit des alten Rumphius Zeiten classischen zoologischen Boden, wo auch von Martens, Bleeker und manche Andere schon vor mir mit bestem Erfolge gesammelt hatten. Ein Anfall von Dysenterie verhinderte mich leider, den am 30. Mai fälligen Dampfer zu benutzen, so dass ich erst mit der nächsten Post am 15. Juni Batavia verlassen konnte.

Am 3. Juli kam ich in Amboina an. Ich hatte das Glück, sofort bei dem dort in Garnison stehenden holländischen Militärarzt, Dr. J. Machik, Captain van gezondheid (etwa unserem »Stabsarzt« entsprechend), einem geborenen Ungar, die freundlichste Aufnahme und Unterstützung für die ganze Dauer meines Aufenthaltes zu finden. Dr. Machik, ein begeisterter Freund der Naturwissenschaften und selbst tüchtiger Lepidopterologe macht es sich zur Ehrenpflicht allen Naturforschern, welche Amboina besuchen, Gastfreundschaft und Förderung jeder Art zu gewähren, und ich kann nicht umhin, ihm an dieser Stelle für seine edlen und uneigennützigen Bemühungen meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Ich wurde bald mit Vergnügen gewahr, dass ich meine getroffene Wahl nicht zu bereuen hatte. Der Thierreichthum der Bai von Amboina ist ein so grosser, dass mir selbst Edam dagegen ärmlich erschien. Es ist leicht möglich, dass es vielleicht noch günstigere Localitäten in den Molukken giebt, jedenfalls aber dürfte diese von der Natur auch in so vielen anderen Hinsichten so bevorzugte Inselgruppe wohl die reichste Küstenfauna (und, nach den allerdings wenig ausgedehnten Erfahrungen der Challenger-Expedition zu urtheilen, auch eine der reichsten Tiefseefaunen) der Erde besitzen. Nur die ersten Wochen gelangte ich überhaupt dazu, regelmässige Excursionen zu machen; dann hatte sich die Kunde meiner Anwesenheit unter den Eingeborenen so verbreitet, dass vom frühen Morgen bis zum späten Abend mir fast stündlich Thiere in's Haus gebracht wurden und oft in solcher Menge, dass mit der Empfangnahme, dem Sortiren, Conserviren u. s. w. der Tag in angestrengtester Thätigkeit hinfloss

und zu irgend welchen anderen Arbeiten noch weniger Zeit als auf Java übrig blieb. Ich war unermüdlich in Belehrungen, über das, was ich haben wollte, über die beste Art, zartere Thiere unverletzt zu fangen und am Leben zu erhalten, ich vertheilte an die Geschickteren Pincetten, Gläser u. s. w., so weit der Vorrath reichte, und hatte bald die Genugthuung, fast nichts Unbrauchbares mehr zu erhalten. Als ich nach nur zweimonatlichem Aufenthalt Anfang September 1885 Amboina verliess, konnte ich auf Resultate zurückblicken, welche die einer fast fünfmonatlichen Sammelthätigkeit an den Küsten von Java qualitativ und quantitativ weit in den Schatten stellten.

Auf meiner Rückreise machten sich die Einwirkungen des tropischen Klima's auf meinen nicht allzu kräftigen Körper nur zu sehr bemerkbar. Von häufigen Fieberanfällen schon sehr angegriffen, kam ich am 28. September wieder in Batavia an, wo sich zu dem Fieber noch eine leichte, aber hartnäckige chronische Dysenterie gesellte. In der Hoffnung, auf der See am schnellsten Genesung zu finden, betrieb ich meine definitive Abreise nach Europa mit grosser Hast und verliess schon am 5. October an Bord eines Dampfers der Messageries maritimes Java. Leider gingen meine Hoffnungen nicht in Erfüllung. Nur wenig gebessert betrat ich nach einer sonst äusserst schnellen und glücklichen Reise am 2. November in Marseille wieder europäischen Boden. Seitdem hat zwar meine Reconvalescenz wesentliche Fortschritte gemacht, aber wenn dieser Bericht der Akademie später zugeht, als es sonst meine Pflicht gewesen wäre, so bitte ich den Grund nur in meiner immer noch unsicheren und schwankenden Gesundheit zu suchen, die mir jede ernstliche Thätigkeit bisher unmöglich gemacht hat. Ohne diese Veranlassung würde ich mir auch nicht erlaubt haben, mein persönliches Befinden an dieser Stelle überhaupt zur Sprache zu bringen.

Den Schluss möge eine kurze Übersicht der von mir gewonnenen Resultate — so weit diese sich bis jetzt übersehen lassen — bilden. In dem Augenblick, wo ich dieses schreibe, sind meine Sammlungen schon sämmtlich wohlbehalten in Göttingen eingetroffen und unter Leitung von Prof. Ehlers ausgepackt und einer vorläufigen Revision unterzogen worden. Bis auf den Bruch einiger Gläser und dadurch herbeigeführte unbedeutende Verluste ist Alles wohlbehalten angekommen und dürfte wohl nun der Wissenschaft bleibend gesichert sein. Alles in Allem habe ich in runder Summe etwa 500 Species erbeutet, wobei ich indessen ausdrücklich bemerken möchte, dass diese Ziffer durchaus nicht das repraesentirt, was ich hätte bekommen können, sondern nur das, was ich des Mitnehmens für werth hielt. Ich erlaube mir, daran zu erinnern, dass ich mich, soweit ich als

Sammler thätig war, von vornherein streng auf niedere marine Evertebraten beschränkt habe, (gelegentlich mitgenommene Fische abgerechnet), weil für Insecten, Conchylien und Vertebraten, insbesondere Vögel, sich ja doch alljährlich genug Sammlerhände regen.

Diese 500 Species vertheilen sich in runden Zahlen etwa folgendermaassen: Coelenteraten 15—20, Echinodermen 80—100, Turbellarien, Nemertinen und Entozoen 60—70, Anneliden und Gephyreen etwa 100, Krebse etwa 100, Opisthobranchier und Cephalopoden etwa 40—50, Ascidien und Fische (einschl. einiger Reptilien und Amphibien) etwa 100.

Da hiervon die Turbellarien und Nemertinen fast sämmtlich, die Coelenteraten, Gephyreen und Nacktschnecken wenigstens zum Theil der Wissenschaft neu sein werden, da sich ferner auch unter den übrigen Classen noch vereinzelt Neues finden dürfte, so glaube ich die Zahl der von mir erbeuteten neuen Species mit Hundert nicht zu hoch anzuschlagen. Sämmtliches Material ist, soweit es irgendwie anging, so conservirt, dass es auch zu zootomischen, eventuell histologischen Untersuchungen gebraucht werden kann. Es repraesentirt im Ganzen durchaus eine Litoralfauna bis zu höchstens fünf Faden Tiefe, eine Fauna der Korallenbänke und (für Amboina) auch Felsenküsten. Dredgen spielt an Küsten, die mit Korallenriffen umgeben sind, keine grosse Rolle, weil bekanntlich die Riffe an ihrem Aussenrande steil zu sehr beträchtlichen Tiefen (in der Bai von Amboina 40—50 Faden) abfallen und der Meeresboden in ihrer Umgebung meist sehr thierarm ist. Zu Edam versuchte ich an einigen Stellen bei 15—20 Faden zu dredgen. Der Boden bestand aus einem grünblauen zähen Schlick fast ohne jede Spur eines Thierlebens, so dass ich meine Versuche bald als aussichtslos aufgab. Besseren Erfolg hatte Dr. Sluiter auf dem Schlammboden der Rhede von Batavia, wo er eine eigenthümliche, wenn auch nicht sehr reiche Fauna auffand; immer aber wird in den Tropen das Sammeln der Thiere auf den vom Wasser während der Ebbe entblössten Riffen wohl die Hauptsache bleiben.

Neben diesen mehr der Systematik dienenden Errungenschaften möchte ich auch meine zootomischen Sammlungen nicht ganz unerwähnt lassen. Obenan unter diesen steht ein ziemlich lückenloses, sorgfältig in Chromsäure-Alkohol conservirtes Material für eine monographische Bearbeitung der tropischen Prosobranchier, das mit Hinzunahme der in der Nordsee und im Mittelmeer erreichbaren Formen wohl leicht zu dem Material für eine allgemeine monographische Bearbeitung der ganzen Classe erweitert werden könnte. Anderes zootomische Material, wie eine Anzahl von Nautilus ♂ und ♀, Ligula, Onchidium, verschiedene Crustaceen und Würmer u. s. w. will ich nur nebenbei hier erwähnen.

Mit diesen kurzen Hinweisen muss ich mich hier begnügen, da eine genauere Übersicht der gewonnenen Resultate naturgemäss erst in dem Maasse, als die eingehende wissenschaftliche Durcharbeitung des heimgebrachten Materials fortschreitet, gewonnen werden kann. Über diese, mit welcher ich hoffe, spätestens im Frühjahr 1886 beginnen zu können und über die Mitarbeiter, welche ich zu diesem Unternehmen nothwendig mit heranziehen muss, werde ich mir seiner Zeit erlauben, der Akademie nähere Rechenschaft abzulegen.

Ausgegeben am 14. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.
III.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

14. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Pringsheim las über die Sauerstoffabgabe im Mikrospectrum. (Zweite Mittheilung.) Die Mittheilung wird in einem der nächsten Berichte erscheinen.

2. Zu den folgenden Bewilligungen ist die Genehmigung des vorgeordneten Ministeriums erfolgt: von 1000 Mark dem Assistenten am zoologischen Institute in Rostock, Hrn. Dr. Ludwig Will, zu einer Reise nach Neapel behufs Anstellung von Untersuchungen über die Eibildung bei den Hydroïden; von 2500 Mark dem Hrn. Professor Dr. Selenka in Erlangen zur Fortsetzung seiner embryologischen Untersuchungen an Beutelthieren, Halbaffen u. d. m.

Zu der am 3. Januar stattfindenden Erinnerungsfeier der vor fünfundzwanzig Jahren erfolgten Thronbesteigung Seiner Majestät des Königs hatte die Akademie folgende Adresse zu überreichen beschlossen:

Allerdurchlauchtigster, grossmächtigster Kaiser und König,
Allergnädigster Kaiser, König und Herr!

Mit allen Millionen treu ergebener Unterthanen vereinigt sich Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät Akademie der Wissenschaften, bei dem Ablauf des fünf und zwanzigsten Jahres Allerhöchstihrer Königlichen Regierung auf den Stufen des Thrones den Aus-

druck der Empfindungen niederzulegen, welche dieser Festtag in besonderer Stärke hervorruft: der Empfindungen des Dankes für die göttliche Gnade, welche so voll unsere Wünsche erfüllend, so weit menschliche Voraussicht übertreffend durch diesen Zeitraum hindurch ihre segnende Hand über Euerer Majestät hat walten lassen, der Empfindungen des Dankes gegen Euere Majestät für diese fünf und zwanzig Jahre weiser und gerechter, gütiger und starker Regierung, durch welche Preussen und dem gesammten deutschen Vaterlande in so unvergleichlichem Maasse unschätzbare Güter gewonnen und gesichert sind, unter welcher das seit Jahrhunderten unzerreissbare, in Glück und Unglück geflochtene Band zwischen Euerer Majestät erlauchtem Hause und den Bürgern des preussischen Staats durch Ehrfurcht und Liebe, Bewunderung und Treue auch für alle Zeiten des Glücks und nationaler Grösse so fest gezogen ist, wie es vordem nur je in den Tagen, wo die wahren und unverbrüchlichen Freunde sich finden, in den Tagen der Noth und des Unglücks Herrscher und Volk umschlungen haben kann.

Als die Königliche Akademie der Wissenschaften berufen die höchsten Interessen des geistigen Lebens innerhalb des preussischen Staats zu hüten und zu fördern, haben wir an diesem Festtage unseres erhabenen Schutzherrn den besondern Anlass uns dankbar zu vergegenwärtigen, mit welcher immerwährenden Huld Allerhöchstderselbe unsere Arbeit an der Erfüllung dieser Aufgabe begleitet, unsere Institution bei derselben jederzeit allergnädigst unterstützt hat und sie auf gleicher Linie mit der unablässig zugleich in die Breite und Tiefe gehenden Ausdehnung der wissenschaftlichen Arbeit für ihren Beruf hat befähigter machen wollen. Dass wir versichern dürfen, unser ernstes und redliches Bestreben in regsamer und gewissenhafter Arbeit diesen Beruf der Akademie zu erfüllen sei gleich unablässig gewesen wie die uns durch fünf und zwanzig Jahre geschenkte gütige Huld und schutzherrliche Fürsorge, wollen Euere Kaiserliche und Königliche Majestät als den besten Dank allergnädigst annehmen, welchen wir zu dem gegenwärtigen Festtage darbringen können als

Allerhöchstderselben

treugehorsamste

Akademie der Wissenschaften.

Bericht des Hrn. Gerhardt in Eisleben über die weitere Untersuchung der Leibnizischen Manuscripte in der Königlichen Bibliothek zu Hannover.

(Vorgelegt am 7. Januar [s. oben S. 1].)

Eisleben den 4. Januar 1886.

Anfangs October war ich vier Tage in Hannover, um für den noch restirenden dritten Band der philosophischen Schriften Leibnizens weiteres Material zu sammeln und das bisherige zu vervollständigen. Dieser dritte Band wird enthalten die Correspondenzen Leibnizens mit Huet (1673-1695), Bayle (1687-1702), Basnage de Beauval (1692—1708), Thomas Burnet de Kemney (1705—1714), Lady Masham (1703—1705), Jaquelot (1702—1704), Coste (1706—1713), Hartsoeker (1706—1712), Bierling (1709—1716), Nicolas Remond (1713—1716), Bourguet (1714—1716), Clarke (1715—1716). Besonders interessirte mich die Vervollständigung des Briefwechsels zwischen Leibniz und Bayle, den bereits bei Lebzeiten Leibnizens des Maizeaux herausgeben wollte. Knüpfen sich doch an diesen Briefwechsel die Veröffentlichung eines der hervorragendsten Principien Leibnizens, des Gesetzes der Continuität, sowie die ausführlichsten Erörterungen über die Grundlage seiner Metaphysik, der Einheit zwischen Seele und Leib durch die prästabilirte Harmonie. Von den drei oder vier Briefen, die Leibniz bekennt von Bayle erhalten zu haben, ist es mir gelungen zwei aufzufinden; nur in einem von diesen geht Bayle auf eine kurze Kritik der prästabilirten Harmonie Leibnizens ein, der andere enthält ausweichende Entschuldigungen. Dies stimmt denn auch mit der Mittheilung Leibnizens an des Maizeaux, dass er Bayle zu einer eingehenden Correspondenz nicht habe bewegen können.

Die Correspondenz Leibnizens mit Bayle ist philosophischen Inhalts; religiöse Fragen werden nicht berührt. Es ist bekannt, dass die Theodicee speciell gegen die Angriffe Bayle's auf die Glaubenssätze der Religion gerichtet ist; die Schrift entstand aus den philo-

sophischen Unterredungen, die Leibniz mit der Königin Sophie Charlotte in Betreff der Schriften Bayle's hatte. Daher die allgemein verständliche Haltung der Schrift. Eine bisher nicht gedruckte wissenschaftliche Auseinandersetzung in Betreff Bayle's über die Dogmen der geoffenbarten Religion, namentlich über die Annahme des letzteren, dass zur Erklärung des Übels in der Welt zwei Principien, ein gutes und ein böses, anzunehmen seien, habe ich während meines letzten Aufenthaltes in Hannover unter den Leibnizischen Papieren gefunden; ich füge in der Anlage eine Abschrift bei. Über den Inhalt dieser Abhandlung äussert sich Leibniz wie folgt: Cum vero consilium mihi sit pietatem religionemque tueri et dogmata Ecclesiarum Augustanae confessionis in hoc argumento tutissima aptissimaque eam in rem visa essent, synopsim quandam brevissimam sententiarum mearum, quibus utendum putabam in hac causa, ideo confeci ut oculis judiciisque insignium aliquot Theologorum nostratium subjici posset.

Die Leibnizischen Briefe an Bayle sind vollständig vorhanden, auch der letzte aus dem Jahre 1702, den König in seiner Schrift: Appel au public, Leiden 1752, zugleich mit drei anderen Leibnizischen Schreiben veröffentlichte. Von diesen vier Briefen Leibnizens sind die Originale von drei unter seinen Papieren, sie sind an de Volder, an Bayle und an Molanus (?) gerichtet; von dem vierten, datirt 16. October 1707, ist bisher das Original nicht aufgefunden. Dieses vierte Schreiben, das den berüchtigten Streit zwischen Maupertius und König im 18. Jahrhundert veranlasste, war höchst wahrscheinlich an Varignon gerichtet. Die Leibnizische Correspondenz mit Varignon ist vollständig vorhanden, bis auf eine sehr auffallende Lücke in den Jahren 1707—1709. Die Leibnizischen Briefe aus dieser Zeit wurden wahrscheinlich an Maupertius ausgeliefert, der sie aber nicht wieder zurückgab, ebenso wie es gleichzeitig mit den Briefen Leibnizens an den Mathematiker Hermann geschehen ist, welche fast sämmtlich in Hannover fehlen.

Cum celeberrimi Baylii scripta ob elegantiam et doctrinam apud summae dignitatis personas in pretio haberentur legerenturque, et mea subinde exquireretur sententia, coactus sum saepe dissensum ostendere, praesertim in iis quae ad religionem et pietatem pertinebant. Nam ipse passim contendebat, adeo pugnare rationem fidei quam sacris scripturis adhibemus, ut nulla locum habeat conciliatio, ajebatque dogmata Theologiae quam Revelatam appellamus, non tantum supra esse sed et contra Rationem, nec tantum comprehendi a nobis minime,

sed etiam contra objectiones defendi nullo modo posse: quod ille quidem ad laudem magnitudinemque et ut ipse appellat triumphum Fidei referre videbatur, cum potius ad cladem ejus et subversionem pertineret. Quid enim est absurdum esse, si hoc non est dogma quod argumentis ineluctabilibus revinci potest. Praeterea in rem ipsam veniens in maximi momenti causa, quod generatim pronuntiaverat, speciatim demonstrare conabatur, et potissimum id agere videbatur, ut Manichaeismus, id est doctrina duorum principiorum, unius boni, alterius mali, commendaretur tanquam sine quo origo mali concipi non posset, quanquam autor profiteretur, nihil sese ea re in Ecclesiae Christianae perniciem moliri, quae protestatio multis facto contraria habebatur.

Cum ergo saepe disceptationibus illis interessem, quibus Baylianae ratiocinationes ventilabantur, libereque explicarem, quantum a rata ratione abessent, quae ille acute magis et docte quam vere differebat, impositum mihi est plus semel a summae inter mortales dignitatis principe, ut scripto complecterer quae dicebam, idque feci eo libentius faciliusque, quod inde a juventute diligenter tractaveram hoc argumentum, quando philosophiae dabam operam, et juris aeterni fontes recludebam. Cumque ita per intervalla diversas quaestiones differtatiunculis complexus essem, hortati sunt deinde amici, ex quibus nonnulli sunt religionis studio et Theologiae peritia clari, ut in unum opusculum componerem omnes, quo pluribus prodesse possent.

Cum vero consilium mihi sit pietatem religionemque tueri et dogmata Ecclesiarum Augustanae confessionis in hoc argumento tutissima aptissimaque eam in rem semper visa essent, synopsim quandam brevissimam sententiarum mearum, quibus utendum putabam in hac causa, ideo confeci ut oculis judiciisque insignium aliquot Theologorum nostratium subjici posset.

Tractationis duae sunt partes, una de DEO, altera de HOMINE. In Deo spectantur magnitudo et bonitas et communia utriusque, in Homine et natura et gratia.

Divina magnitudo studiose imprimis contra Socinianos, et Conradum Vorstium, aliosque Semisocinianos asserenda est. Consistit autem in tribus potissimum, primordialitate, omnipotentia, omniscientia.

Primordialitas duas habet partes, independentiam Dei ab aliis, et omnium dependentiam a Deo.

Independentia Dei facit, ut sit necessarius atque aeternus in existendo, quod vocant Ens a se, et ut sit liberrimus in agendo, nec nisi a se ipso ad actiones determinetur.

Sed haec independentia non facit, ut tyrannice agat, seu ut stet pro ratione voluntas, aut ut ipsum jus condiderit suo arbitrio per

modum legis poſitivae; haec enim cum sapientia ejus et bonitate pugnarent, de quibus mox dicemus.

Dependentia rerum a Deo itidem tum in existendo apparet, tum in agendo. In existendo, dum non modo omnes res a Deo sunt creatae, sed a Deo etiam conservantur, nec male dicitur conservationem ejus eſſe continuatam creationem.

In agendo, dum Deus ad actiones rerum concurrit, easque dirigit, etiam malas, quoniam etiam in malis aliquid est perfectionis, quod a Deo manare debet.

Concurſus autem est immediatus et specialis, contra quam Durando videbatur. Immediatus est, quoniam non ideo tantum effectus a Deo dependet, quia cauſa ejus a Deo orta est, sed quoniam Deus non minus in ipſo effectu producendo concurrit, quam in producenda ipſius cauſa.

Specialis est concurſus, quia non tantum ad existentiam, sed et ad existendi modum et qualitates rei actionisque Deus actionem confert, quatenus in illis aliquid inest perfectionis.

Ostendetur autem infra, quomodo non ideo Deus sit cauſa peccati, nec creaturis liberis imponat neceſſitatem, et quomodo ad malum culpae voluntas ejus non concurrat niſi permittendo.

Omnipotentia Dei tam late patet, ut pro objecto habeat quicquid poſſibile est, seu non implicat contradictionem, et tantam vim habet, ut quae plene vult seu decretorie, haud dubie fiant.

Quin ea etiam, quae non vult decreto, sed inclinatione, et voluntate quam antecedentem vocant, effectum obtinent, quantum maximum per aliarum voluntatum antecedentium conflictum habere poſſunt.

Ea etiam quae non omnino facit Deus neque vult, prava scilicet, tamen providentia sua gubernat.

Ad omnipotentiam etiam Dei pertinet ἀνυπευθυνία, ut a nullo ad rationes reddendas compelli poſſit, sed in eo non consistit ejus justitia, errantque qui jus Dei ab ejus omnipotentia ducunt.

Omniscientia Dei cum ſit perfectiſſima, ideo scientia ejus omnium veritatum cognitionem complectitur, omnemque progreſſum atque incrementum excludit. Et versatur tum circa poſſibilia, tum circa actualia.

Scientia poſſibilium vocatur simplicis intelligentiae, complectiturque et eorum nexus inter se, adeoque omnes neceſſarias veritates.

Complectitur tamen et contingentes poſſibiles earumque nexus, adeoque etiam futura conditionalia, seu quid ex dato aliquo contingenti sit secuturum, etſi in hoc nexu contingentia rurſus sit, non

neceſſitas, ut adeo scientia quam quidam mediam vocant; sub scientia simplicis intelligentiae recte comprehendatur.

Porro Deus res possibiles novit, non tantum ut sejunctas, sed etiam ut coordinatas in innumeros mundos poſſibiles, ex quibus unum pro sapientiſſimo suo arbitrio elegit.

Hujus quem eligit Mundi cognitio simplex, ipſa decreti eligentis cognitione addita, tranſit in Scientiam viſionis, quae scilicet omnia actualia, praeterita, praeſentia, futura Deus comprehendit. Nec alio opus est praescientiae futurorum contingentium fundamento.

A Magnitudine ad Bonitatem DEI progredimur; refertur autem ut veritas ad intellectum, ita Bonitas ad Voluntatem. Voluntas Dei distinguitur in Antecedentem et Consequentem.

Voluntas antecedens est qua Deus (et omnis sapiens pro suae voluntatis objecto) inclinatur ad omne bonum producendum et ad omne malum removendum.

Itaque antecedente voluntate Deus vult omnes homines illuminari, sanctificari. salvari.

Antecedens voluntas distinguenda est a velleitate, quae in Deum non cadit. distingui etiam debet a voluntate conditionali, quae etſi in Deum cadat, perinde ac scientia conditionalium, tamen nunquam sola est, sed semper adjunctam habet cognitionem et voluntatem absoluti. Deus interdum non vult actum, sed tantum conatum, veluti cum Abrahamo Isaaci sacrificationem imperavit, tantum obedientiam, non executionem voluit; sed cum imperat actus virtuosos, prohibet vitioſos; revera vult et obedientiam et rem quam imperat.

Omnis voluntas Dei antecedens effectum plenum haberet, si omnes voluntatum antecedentium effectus simul stare poſſent. Cum vero Deus omne bonum velit pro menſura bonitatis quam objectum voluntatis habet, hinc quia non omnia bona simul consistere poſſunt, fit ut ex conflictu omnium voluntatum antecedentium oriatur Voluntas consequens seu decretoria, sapientiae maxime conformis, per quam oritur, quantum maximum bonum oriri potest. Et ita voluntas quidem DEI antecedens tendit ad bonum, sed consequens ad optimum.

Hinc etiam voluntas consequens quam et finalem et omnino absolutam dicere poſſis, et vulgo decretum appellamus, immutabilis est, semperque effectum habet, quoniam in hoc decreto formando omnia jam in conſiderationem venere, nec ulla amplius ratio nova objici potest.[1]

[1] Am Rande des Manuscripts hat Leibniz bemerkt: Itaque qui decreto aeterno de futuris uſum precum et humani studii utilitatem tolli putant, et sophisma ignavum veterum renovant, conſiderare debent, et preces et caetera, quibus nunc movetur Deus ad agendum, jam dudum eundem moviſſe ad decernendum, cum Menti ejus ante rerum existentiam obversarentur.

Est tamen libera haec voluntas, quia ex voluntatibus antecedentibus, utique liberis, resultat, et spontanea, quia ab interno principio ipsa, scilicet Dei sapientia et bonitate oritur.

Et licet voluntas Dei hoc modo determinata sit ad optimum, id tamen fit morali, non metaphysica necessitate, quae ultima tum demum locum habitura esset, si solum illud objectum divinae voluntatis, quod a Deo eligitur, possibile foret, quo casu nulla fuisset electio inter plura, contra hypothesin.

Bonum malumve triplex intelligi solet, Metaphysicum, physicum et morale. Metaphysicum Bonum Malumve est perfectio vel imperfectio in universum, sed speciatim accipitur de illis bonis malisque, quae creaturis non intelligentibus aut tanquam non intelligentibus accidunt.

Bonum Malumve physicum accipi solet de commodis incommodisque creaturarum intelligentium, quatenus scilicet aliquid ipsis jucundi molestique accidit; et huc pertinet malum poenae.

Denique Bonum Malumque Morale est actio virtuosa aut vitiosa, et huc pertinet malum culpae.

Hinc jam dicendum est, DEUM velle optimum ut finem ultimum, Bonum qualecunque (sub quo mali averruncationem comprehendo) ut finem subalternum indifferentia, et interdum etiam mala metaphysica et physica, ut bona subsidiaria seu ut mala ad finem; sed malum morale ne medii quidem rationem habere.

Quaeritur ergo quanam tandem ratione malum culpae existat, et cur dicamus Deum nullo modo peccatum velle, sed permittere tantum.

Considerandum est scilicet Malum etsi existat, tamen non esse objectum antecedentis Dei voluntatis, atque adeo in ejus voluntate consequente non nisi per concomitantiam oriri, quia Deus non permitteret malum nisi majus bonum faceret de malo, ut jam Augustinus notavit.

At peccatum id est malum culpae difficilius caeteris admittitur et licet esset utile ad aliquod bonum, seu medii ad finem rationem haberet, hoc tamen non sufficeret, ut objectum esset licitum voluntatis; atque hoc ipsum est quod monuit Apostolus, non esse facienda mala ut eveniant bona.

Unica ergo ratio permittendi peccati legitima haec est, ut permittatur peccatum, quoties sine intermissione officii impediri non potest, veluti si quis periculoso praesertim tempore in statione collocatus, ex qua injussu centurionis aut tribuni discedere non debet, audiret, duos alios milites amicos suos duello confligere velle. Huic certe impediendi mali causa accurrere ad eos fas non foret. Eodem modo fieri aliquando posset, ut princeps peccatum subditi non esset impediturus nisi peccato suo, quo casu utique necessaria peccati alieni permissio foret.

DEUS qui peccare non potest, morali quadam neceſſitate suae sapientiae bonitatisque ad optimum agendum ėligendumque obligatur, ejusque intermiſsio omni peccato creaturae pejor foret, quia divinam perfectionem impugnaret. Nam minus bonum habet rationem mali.

Itaque quod DEUS peccatum permiſit, non alia eſſe ratio potest, quam quod salva sapientia sua non potuit non permittere, quoniam scilicet inter innumeros Mundos poſſibiles optimum eligit, in hoc autem malum aliquod culpae involvebatur, quod nos utique a posteriori seu ab effectu judicamus, vel ideo quia permiſit.

Et proinde judicare debemus, etſi poſſibiles fuiſſent mundi, a quibus peccatum abſuiſſet, eos tamen in summa, omnibus computatis nostro mundo perfectione inferiores fuiſſe, in quo pictura per umbras, harmonia per diſſonantias apte admiſſas, exaltata est.

Peccatum ergo Voluntatis divinae permiſſivae objectum est, non ut finis, imo nec ut medium, sed tantum ut conditio sine qua non poterat optimum obtineri, seu tanquam id quo non admiſſo Deus sapientiae bonitatique suae summae non satisfeciſſet.

Hinc patet, originem mali ultimam non in voluntate divina quaeri debere, sed in originali imperfectione creaturarum, quae ideali ratione continetur in veritatibus aeternis, objectum internum constituentibus divini intellectus, neque malum adeo ab optimo rerum systemate poſſibili excludi potuiſſe.

Caeterum Deus ita permittit peccatum, ut non ipſius, sed peccantium sit culpa, neminemque ad peccandum destinat, sed tantum peccaturum aliquando non impedire decernit, neque ideo pro complice peccati haberi debet, quando per sapientiae supremae leges impedire nec debebat.

Quodſi ergo, ut ostendimus, unica legitima permittendi peccati causa tunc adest, cum non debet non permitti, facile apparet, minime probari poſſe superlapſariorum quorundam rationes, qui Deum permiſiſſe lapſum putant, ideo tantum ut haberet in quorum poena justitiam, aut in quorum venia miſericordiam ostenderet. Niſi enim majores rationes Deum moviſſent, melius justitiam impediendo peccatum, melius bonitatem impediendo miſeriam ostendebat.

Ita Justitiam Dei (cujus summus gradus est Sanctitas) aſſeruimus in anteceſſum, etſi non ex sola bonitate, sed ex bonitate et sapientia combinatis nascatur, cum scilicet bonitas ad substantias alias intelligentes refertur. Itaque pertinet ad Communia Magnitudinis et Bonitatis, de quibus nunc agendi locus est.

Justitia ergo Dei res arbitraria non est, sed ex aeternis sapientiae regulis fluit, nec Deus omni jure solutus est, ut poſſit punire innocentem. Licet enim superiorem non habeat, ipſe tamen satisfacit sibi.

Huc etiam ea pertinent, in quibus simul de concursu Dei et bonitate agitur, et inprimis de concursu ad peccatum, qui negari non potest, nisi peccati realitas a Deo independens dicatur; idem tamen Sanctitati divinae pugnare videtur, cui nihil magis contrarium est quam peccatum. Sed non male jam Augustinus notavit, formale peccati in privativo consistere. Privatio autem est ex limitatione creaturarum, quae facit ut cognitio earum non sese ad omnia porrigat, et ut voluntas earum, quae ad summum bonum, hoc est ad Deum tendere debebat, in inferioribus consistat.

Comparatione rem illustravi secundi fluminis, navim deferentis, quae tanto fertur tardius, quanto est oneratior. Ut ergo causa motus a flumine est, sed tarditas ab onere, ita quod perfectionis, virtutis, vigoris boni inest rebus, a Deo est, sed contrarium fluit a receptivitate, hoc est ab originali limitatione creaturarum, quae saepe tandem in peccatum prorumpit, cum scilicet amore praepostero rebus adhaeret anima, Deo neglecto, noxiaque inertia impetum divinitus impressum resistendo infringit.

Caeterum cum scriptura indurare Deum ait, similesque ei attribuit in peccatum influxus, hoc tantum innuitur, hominem divino permissu circumstantiis objici in rerum serie comprehensis, quibus illi occasio nascitur peccandi aut in peccatis perseverandi vel proficiendi, Divinam autem providentiam non passam ut circumstantiae mutarentur: neque enim Deum suae sapientiae deesse aequum erat, ut homines peccatis quasi per vim eximerentur: quin ille justo in eos judicio usus est, ipsaque mala ita adgubernavit ut maxima bona obtineret. Ita Deo quadam loquendi ratione ascribitur quod debetur seriei quam Deus justissimo decreto elegit.

Nempe ex combinatione etiam Sapientiae et Bonitatis electio optimae rerum seriei nata est, adeoque harmonia mirifica et περιχώρησις omnium prodiit, quae facit ut omnia sint aptissime colligata, nec ordo quidem sit inter voluntates Dei antecedentes, pro gradu bonitatis in objecto, sed ut revera nullus sit ordo inter Dei decreta, aut potius ut revera decretum Dei unicum sit tantum si rem curatius expendas, nempo quo ex infinitis possibilibus Universi formulis optimam, id est hanc ipsam quae extitit, existere debere decrevit. Nam sapiens nihil statuit, nisi omnibus expensis.

Optimae autem seriei universi (id est hujus) admittendae, haud dubie maxima Ratio Christus fuit, nobilissima hujus universi pars, aeternus Dei filius incarnandus, in quo omnis humanae salutis cardo versari debebat.

Itaque felix Adae pectatum vetus Ecclesia dixit, quod talem Redemtorem meruisset, id est malum ingens multo maximi boni occasionem fuisse.

Hactenus de Deo egimus; super est ut ad tractationem de HOMINE veniamus, confiderantes in eo et Naturam et Gratiam; Naturam tum qualis in se est, tum et corruptam.

Natura hominis, si per se spectes, in anima corporeque consistit, quae Metaphyfica ratione unitae personam unam constituunt, etfi phyfica ratione suas utraque substantia leges sequatur, sed secundum harmoniam a Deo ab initio praestabilitam conspirantes.

Animas multi a Deo quotidie creari judicant, alii tamen post Augustinum ad traducem inclinant: qui si recte explicetur, non videtur aspernandus.

Nempe hodie viri quidam in naturae cognitione praeclare verfati non spernendis indiciis arbitrantur animalia jam in seminibus quodammodo effe praeformata, inde ab Orgine rerum, et jam tum semina eadem et organica et animata fuiffe. Ita duae ingentes difficultates tolluntur, una de orgine animarum, que omnes ab initio creatae sunt, altera de formatione foetus, quae divinae praeformationi pro maxima parte debetur.

Hinc porro credibile est, animam in seminibus non nifi sensitivam, in conceptione demum hominis gradum superiorem, id est rationis vim accepiffe. Qua explicandi ratione nec animae rationalis praeexistentia introducitur, nec anima corpori corrupto intruditur, sed anima senfitiva dudum existens et phyfica radice originalis mali jam in Adamo infecta elevatur ad perfectionem novam et fit rationis compos.

Natura hominis lapfu Adami corrupta est, idque a Deo permiffum, quoniam Adam libere peccans in serie verum optima et a Deo eligenda continebatur, quem admodum jam satis expofitum est.

Hoc lapfu omnes posteri sunt involuti, quoniam animae eorum, sed nondum rationales, in Adamo labem contraxerunt, quae in anima rationali deinde peccatum originale appellatur, quo vires humanae praesertim in rebus ad Deum pertinentibus mire sunt labefactatae.

Dici autem potest omnes animas peccato originali infectas aeque malas effe, sed non simili modo, aliis ad aliud vitii genus magis inclinantibus. Itaque neminem habere cur prae alio glorietur.

Peccatum tamen originale nullo accedente actuali (nempe ante rationis ufum defunctis) ad damnationem sufficere, quod quibusdam vifum est, affeverare non aufim.

Nunc videndum quid in natura corrupta virium superfit, seu quae sint reliquiae imaginis divinae: Eae in duobus confistunt, Lumine intellectus et libertate voluntatis.

Lumen intellectus componitur ex ideis innatis incomplexis, et notitiis innatis complexis, per quas nobis, si modo attenti simus, recte ratiocinari poffe datum est. Licet enim ideae veritatesque in

nobis latentes non statim sint in promtu, meditando tamen ex mentis nostrae penetralibus erui possunt. Huc pertinent veritates necessariae a sensuum testimonio independentes.

Etſi autem hoc Lumen naturale Legem Dei aeternam cordibus inscriptam contineat, non tamen ad nos Deo reconciliandos sufficit.

Libertas voluntatis conſistit tum in eo ut sponte, tum ut deliberato agamus, nec neceſſitemur ad decernendum, sed tantum inclinemur.

Etſi autem futura contingentia adeoque et liberae hominis actiones, tum ex natura sua, tum ex praeviſione divina sint determinatae veritatis, aliud tamen est certitudo, aliud neceſſitas. Et licet neceſſe sit evenire, quae Deus praevidet, haec tamen neceſſitas, cum nonniſi hypothetica sit, contingentiam et libertatem non tollit.

Nec divina praeordinatio libertati obstat, Deus enim videns inter poſſibilia hominem libere agentem, eique existentiam decernens, naturam rei adeoque libertatem actionis non immutat.

Et licet omnis effectus determinetur ex suis cauſis, earumque praedispoſitionibus, ita ut semper ratio aliqua subſit, cur potius existat quam non existat, atque adeo non detur caſus indifferentiae aequilibratae, ubi omnia se eodem modo habeant utrinque, rationes tamen quibus determinatur cauſa libera, nunquam sunt necessitantes, atque eatenus indifferentia sive contingentia in illis salva manet.

Itaque nec peccatum originale, nec aliae nostrae pravae dispoſitiones faciunt, ut neceſſarius sit peccandi actus, etſi tanta sit nostra ad peccandum inclinatio, ut certum ſit immunes nos a peccando non fore, niſi divina gratia retineamur.

Viciſſim nec gratia Dei quantacunque libertatem nostram tollit, aut nobis bonae actionis neceſſitatem imponit, cum dicendum ſit, Deum quoque et Angelos et animas beatas libere agere, etiam cum maxime ad bonum inclinantur.

Peccatum actuale hominis, quomodo a Deo non permittatur tantum, sed et gubernetur, et quomodo ad realitatem ejus concurrat Deus, supra explicatum est.

Hactenus de natura, nunc de Gratia qua opus est tam ad bonos actus juvandos, quam ad malos coercendos.

Auxilia Gratiae duplicia sunt, externa et interna. Externa sunt circumstantiae, quae ut quibusdam sunt auxilia ad peccandum, ita aliis ad virtutem. Consistuntque in sorte nascendi, educatione, conversatione, caſibus vitae, quibus fit ut alii aliis agant, feliciores reddantur, non tantum in rebus humanis, sed etiam in spiritualibus atque divinis. In his dispensandis agnoscunt Theologi nostri τὸ βάθος Pauli.

Et licet credibile sit saepe eos per externa adverſa infelices fieri, qui male uſuri fuiſſent etiam favorabilibus circumstantiis, generaliter

tamen tale aliquid pro certo pronuntiari non potest; quis enim affirmet, omnes qui inter populos remotos Christi expertes perdere, damnandos fuiſſe, nullumque ad veram conversionem fuiſſe perventurum, si perinde ac aliis populis lux illic Evangelii accenſa fuisset.

Gratia interna conſistit in mentis illuminatione et voluntatis directione; utraque perficitur attentione animi ad sua officia, quae maximum est divinae gratiae donum. Plerumque enim homines non ignoratione peccant, sed quia quae norunt, non satis ad animum revocant, cum maxime opus erat.

Gratia rurſus distinguitur in sufficientem volenti. id est si modo quis velit, et efficacem ad volendum.

Et hic valde veriſimile est sufficientem gratiam omnibus dari, etſi nobis non semper perspectae sunt Dei viae, quemadmodum enim Theologi nostri fidem infantibus agnoscunt datam in baptismo, etſi nulla ejus rei sint vestigia; ita nihil prohibet Deus aliquando morientibus gratiam quandam offerre, ne quisquam se neglectum queri poſſit.

Gratia rurſus distingui potest in gratiam converſionis, et gratiam perseverationis, et haec in perseverationem qualemcumque et finalem, quae noviſſima coincidit cum gratia Electionis.

Gratia converſionis tam neceſſaria est, ut ne ullos quidem bonos motus spirituales habere poſſimus, niſi Deo excitante, cum mortuorum instar in spiritualibus nos habeamus.

At in converſis gratia perseverationis quae in exercitio fidei, spei charitatisque conſistit, non omnia peragit, sed cooperationem nostram, postquam semel nova vita donati sumus, admittit.

Circa Gratiam Electionis merito improbatur eorum sententia, qui nullam putant veram eſſe gratiam converſionis, niſi in electis, nec τοὺς προσκαίρους vere justificari. Quae doctrina periculoſis consequentiis obnoxia est.

Etſi enim nemo pius electionem suam in dubium revocare debeat, non datur tamen absoluta perseverantiae finalis futurae certitudo, tanta scilicet quanta datur praeſentis nostrae converſionis. Et, si a veritate electionis penderet veritas justificationis, etiam de nostra justificatione minus certi futuri eſſemus, niſi simul perfectam electionis certitudinem poneremus; sed hujus opinio securitatem pernicioſam facile gigneret, uti de justificatione dubitatio desperationem gignere poſſet. De justificatione igitur omnino certi eſſe poſſumus, de electione magnam et piam spem fovere debemus, cum non niſi culpa nostra parto salutis jure excidere poſſimus.

Über Construction flacher Zonenbögen beim Gebrauch der stereographischen Kugel-Projection.

Von Mart. Websky.

(Vorgetragen am 7. Januar [s. oben S. 3].)

J. Grailich empfahl im Eingange seiner von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien am 30. Mai 1857 gekrönten Preisschrift »krystallographisch-optische Untersuchungen u. s. w.« an sehr unregelmässig ausgebildeten oder lädirten Krystallen die Symmetrie-Verhältnisse dadurch zu eruiren, dass man unter willkürlicher Aufstellung die Abmessungsresultate in der Form einer stereographischen Kugel-Projection registrire, die gefundenen Bogenwerthe an den betreffenden Bogenstücken eintrage und discutire.

Zum vollen Genuss dieses Vortheiles gelangt man indessen nur, wenn man das Projectionsbild in nicht ganz kleinem Maassstabe anlegt und dem Grundkreise ein Radius von 60 bis 80^{mm} Länge giebt; alsdann kann man die gemessenen Bogenwerthe bis auf etwa 20 Minuten genau eintragen und deducirte Bogenstücke constructiv ohne einen mehrere Grade betragenden Fehler bestimmen.

Es stellt sich aber hierbei die Schwierigkeit ein, dass die Mittelpunkte vieler zu construirender Bögen ausserhalb der disponiblen Papierfläche fallen oder nicht gefunden werden können, weil die hierzu erforderlichen Hülfspunkte ausserhalb dieser Grenze liegen.

Damit geht aber die expedite Verwerthung des Zirkels verloren, und ist man, weil eine freihandliche Ausführung das Gesammtresultat gefährden würde, gezwungen, den geforderten Bogen durch Verbindung einer genügenden Anzahl nach berechneten Coordinaten aufgetragener Punkte herzustellen.

Um die metrische Grundlage für die Berechnung jener zu gewinnen, muss man die Position der gegebenen Flächenpole mittels des Zirkels nach einem verjüngten Maassstabe in geeigneten Richtungen ausmessen.

Es kommen folgende Fälle in Betracht.

Es sei, Fig. 1, ein Zonenbogen durch den Pol P_1 im Innern des Grundkreises und durch die zwei diametralen Pole P_2, P_3 zu legen und sein Mittelpunkt unzugänglich. Man ziehe $P_1 D$ senkrecht auf den Diameter $P_2 P_3$, dessen Mitte in C liegt, und messe

$$P_2 C = k = \text{Diameter des Grundkreises, ferner}$$

$$DC = l,\ P_1 D = m.$$

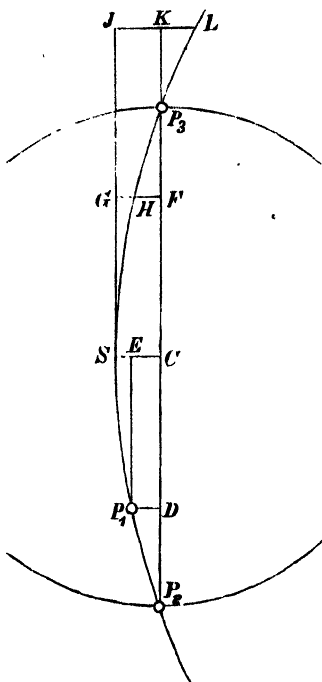


Fig. 1.

Die Abscisse SC im Scheitel des Bogens fällt um die Länge $SE = x$ grösser als $m = P_1 D = EC$ aus, die durch den Ausdruck

$$x = -\frac{k^3 - l^2 + m^2}{2m} + \sqrt{\left(\frac{k^2 - l^2 + m^2}{2m}\right)^2 + l^2}$$

gefunden wird.

Bezeichnet man nämlich mit r den Radius des Bogens $P_2 P_1 P_3$, so hat man, da $P_1 E = DC = l$ ist,

$$x(2r - x) = l^2,$$

$$(m + x)(2r - m - x) = k^2 \text{ und daraus}$$

$$2m(r - x) = k^2 - l^2 + m^2, \text{ ferner}$$

$$2r - x = \frac{k^2 - l^2 + m^2}{m} + x, \text{ auch } = \frac{l^2}{x} \text{ und}$$

$$x^2 + x \cdot \frac{k^2 - l^2 + m^2}{m} = l^2.$$

Wenn P_1 nahe dem Scheitel liegt, wird x relativ klein und daher kürzer

$$x = \frac{m l^2}{k^2 - l^2 + m^2}$$

zu rechnen zulässig.

Für jeden anderen Punkt H im Bogen wird die Abscisse HF um einen gewissen Werth $y = GH$ kleiner als $SC = (m + x)$. Wenn der Abstand $CF = l_1$ gemessen ist, findet man

$$y = +\frac{k^2 + (m + x)^2}{2(m + x)} - \sqrt{\left[\frac{k^2 + (m + x)^2}{2(m + x)}\right]^2 - l_1^2}.$$

Es ist nämlich:

$$l_1^2 = (2r - y)\,y,$$

$$k^2 = (2r - m - x)(m + x) \text{ oder}$$

$$\frac{k^2}{m + x} + (m + x) = 2r, \text{ und dies eingesetzt,}$$

$$l_1^2 = y \cdot \frac{k^2 + (m + x)^2}{m + x} - y^2.$$

Der abgekürzte Ausdruck

$$y = l_1^2 \cdot \frac{m + x}{k^2 + (m + x)^2}$$

ist nur brauchbar für Punkte in der Nähe des Scheitels.

Man theilt am zweckmässigsten den Diameter in eine Anzahl gleicher Theile von 10—20mm Länge, sticht einen solchen auf der Verlängerung von $P_2 P_3$, über P_2, resp. P_3 hinaus, als Ordinaten ab, und macht die ihnen entsprechenden Abscissen = $(m + x - y)$. Man erhält dann den Bogen angegeben durch eine Punktreihe

$$H \; P_2 \; H_1 \; H_2 \; S \; H_3 \; H_4 \; P_3 \; H_5;$$

man zieht durch P_2 eine Linie parallel HH_1,
» H_1 » » » $P_2 H_2$ u. s. w.,

macht diese Linien rechts und links ein Viertel des Abscissen-Abstandes lang und füllt den zwischen P_2 und H_1 verbleibenden Zwischenraum mit einer Linie parallel $P_2 H$ u. s. w. aus.

In P_2 und P_3 wird

$$y = m + x,$$

in H bez. H_5 $y > m + x$.

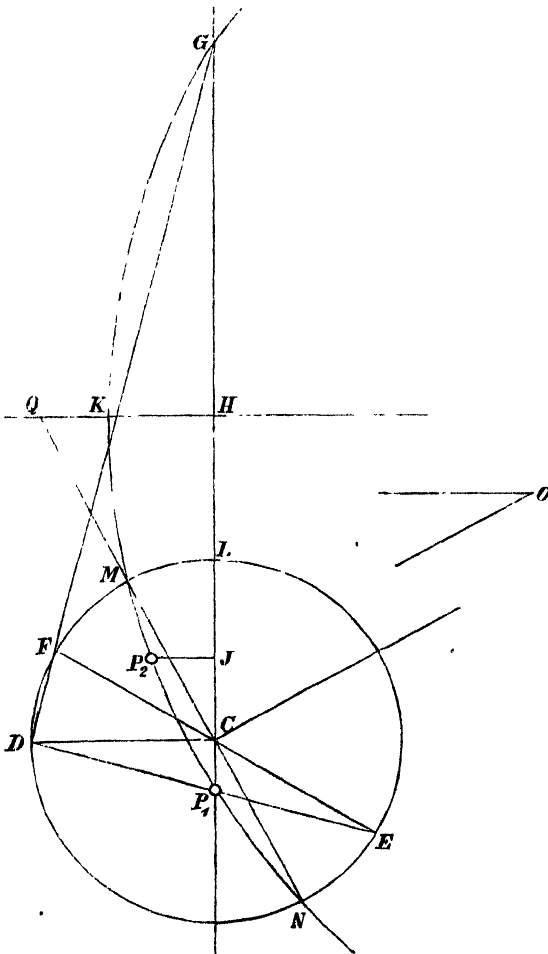


Fig. 2.

Wenn, Fig. 2, der Zonenbogen durch zwei im Innern des Grundkreises belegenen Pole P_1 und P_2 gezogen werden soll, construirt man gewöhnlich den ausserhalb des Grundkreises belegenen Pol G, welcher die mit der Fläche des Pol P_1 (m. m. P_2) parallele Gegenfläche vertritt. Von der Regel, hierzu den vom Mittelpunkt C des Grundkreises entfernteren Pol zu wählen, ist hier abgewichen, um die Figur deutlicher zu machen.

Man verbindet P_1 mit C, verlängert $P_1 C$ über den Grundkreis hinaus, zieht CD senkrecht auf $P_1 C$, dann

DP_1 bis E, dann Durchmesser EF, und schliesslich DF bis zum Durchschnitt G mit $P_1 C$. Der Bogen ist durch G, P_2, P_1 zu legen; sein Mittelpunkt O liegt in der Normale HO, welche auf GP_1 in der Mitte H errichtet ist.

Wenn G unzugänglich ausfällt, misst man $CD = k$ = Grundkreis-Radius. ferner

$$CP_1 = n,$$

und findet, weil

$$EDF = 90^\circ = P_1 DG,$$

aus der Proportion

$$CP_1 : CD = CD : CG,$$

$$CG = \frac{k^2}{n}, \quad P_1 G = \frac{k^2 + n^2}{n}$$

und, da H die Mitte von GP_1 ist,

$$HP_1 = \frac{k^2 + n^2}{2n}.$$

Ergiebt sich, dass die von P_1 aus aufzutragende Länge HP_1 nicht über die Grenzen des Papiers reicht, so kann man die Normale HO verzeichnen: in manchen Fällen wird dann auch O erreichbar und der Bogen mittelst Zirkel ausführbar. Tritt dieser Umstand nicht ein, so muss man auf den in dem Vorhergehenden besprochenen Weg recurriren. Man zieht $P_2 J$ senkrecht auf CP_1, misst $P_1 J = o$, $P_2 J = p$ und betrachtet $P_1 G$ als $P_2 P_3$

H als C

$\frac{k^2 + n^2}{2n}$ als k

$\frac{k^2 + n^2}{2n} - o$ als l

p als m des ersten Falles.

Es ergiebt sich zunächt die Länge der — $(m + x)$ vertretenden — nicht zugänglichen Abscisse $HK = p + x$. Die vorhin mit l_1 bezeichneten Ordinaten für die zu construirenden Bogenpunkte sind, von P_1 auf H zu, Differenzen zwischen der Länge $P_1 H = \frac{k^2 + n^2}{2n}$ und einem von P_1 aus zu messenden Abstande, dagegen von P_1 aus in entgegengesetzter Richtung Summen von $P_1 H$ und einem ab P_1 aus zu messenden Stück. Für P_1 wird die Abscisse $(p + x - y) = o$, über P_1 hinaus negativ.

Um die Stelle M, in welcher sich Bogen und Grundkreis schneiden, genau zu finden, berechnet man zwei nahe liegende Abscissen, so dass die gradlinigte Verbindung ihrer Enden als Bogenstück angesehen werden kann.

Man kann auch den Bogen des Grundkreises von M und dem Durchschnitt L der Linie P_1G berechnen und mittelst seiner Sehnenlänge direct auftragen.

Verlängert man den Diameter MN, in welchem der Zonenbogen den Grundkreis schneidet bis zum Durchschnitt Q mit der Verlängerung der Normale HO und zieht den auf MN senkrechten Radius bis zum Mittelpunkt O, so ist Bogen $LM =$ Winkel $HCQ =$ Winkel COH und daher $\operatorname{tg} LM = \frac{HC}{HO}$.

Es ist aber

$$HC = HP_1 - CP_1 = \frac{k^2 + n^2}{2n} - n = \frac{k^2 - n^2}{2n}$$

und, wenn man r den Radius des Zonenbogens GP_2P_1 nennt,

$$HO = KO - HK = r - (p + x);$$

es folgt nun r aus der Proportion

$$HK : HP_1 = HP_1 : (2r - HK)$$

oder

$$\frac{(k^2 + n^2)^2}{4n^2(p + x)} = 2r - (p + x)$$

und

$$\frac{(k^2 + n^2)^2 + 4n^2(p + x)^2}{8n^2(p + x)} = r:$$

es ist dann

$$HO = \frac{(k^2 + n^2)^2 - 4n^2(p + x)^2}{8n^2(p + x)}$$

und

$$\operatorname{tg} LM = \frac{k^2 - n^2}{2n} \cdot \frac{8n^2(p + x)}{(k^2 + n^2)^2 - 4n^2(p+x)^2}$$
$$= \frac{4n(k^2 - n^2)(p + x)}{(k^2 + n^2)^2 - 4n^2(p + x)^2}.$$

Als verlorene, nur gewissen Zwecken dienende, dann verschwindende Glieder werden zuweilen Projectionsbilder von Kreisen auf der Kugeloberfläche verlangt, welche um einen bestimmten Bogen von einem gegebenen Flächenpol abstehen; die wiederum kreisförmigen Projectionsbilder werden in dem Maasse grösser, als sich der Kreis auf der Kugel dem Gegenpol des Grundkreises nähert. Erhalten wird das Projectionsbild durch Aufsuchen der Endpunkte eines Diameters. Ist wegen der Länge desselben der eine Endpunkt nicht erreichbar, so kann dies doch die Mitte desselben sein; und ist ihre Lage durch

Abstecken zu fixiren, wenn die Länge berechnet werden kann. Fällt aber auch die Mitte ausserhalb des verfügbaren Platzes, so muss das zur Benutzung kommende Stück des Projectionsbildes mit Hülfe berechneter Coordinaten construirt werden.

Fig. 3.

Soll Fig. 3, das Projectionsbild eines Kreises um den von P repräsentirten Pol, der um den gegebenen Bogen ϕ von Pol P absteht, construirt werden, so verbindet man in gewohnter Weise P mit dem Grundkreis-Mittelpunkte C und verlängert CP über den Grundkreis hinaus. Man errichtet in C den auf PC senkrechten Diameter DE, zieht DP bis Durchschnitt F und macht Bogen $FG = FH = \phi$. Die Linien DG und DH treffen die Verlängerung von CP in J und K. JK ist der Durchmesser des verlangten Projectionsbildes, L seine Mitte. Ist K nicht erreichbar, so misst man $PC = m$ und $CD = k$ = Grundkreis-Radius. Es wird $\frac{m}{k} = \operatorname{tg} CDP = \operatorname{tg} \frac{1}{2} ECF$, was der Kürze halber $\operatorname{tg} \frac{1}{2} x$ geschrieben sein möge. Es ist nun $EG = \phi - x$, $EH = \phi + x$; ferner $JC = k \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\phi - x)$, $CK = k \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\phi + x)$ und da $JC + CK = 2r$ des Projectionsbildes ist,

$$2r = k\,[\operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(\phi - x) + \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(\phi + x)];$$

darnach ist auch die Mitte L zu finden.

Ist L nicht zu erreichen, so wird das kreisförmige Projectionsbild sehr gross und nähert sich der durch J gehende, in den Grundkreis fallende Theil einer aus J auf CP gezogenen Normale; bei einer gemessenen Länge $l_1 = JM$ ist der Normalabstand $y = MQ$ des Bogens zu berechnen durch

$$y = r - \sqrt{r^2 - l_1^2},$$

indem y auch $= JN$ und l auch $= QN$, senkrecht auf CP gezogen, gesetzt werden kann.

Ausgegeben am 21. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.
IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

21. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtstags Friedrich's II.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Der vorsitzende Secretar eröffnete die Sitzung, welcher Seine Excellenz der vorgeordnete Minister Hr. von Gossler, so wie das Ehrenmitglied der Akademie, Seine Excellenz der General-Feldmarschall Graf von Moltke, beiwohnten, mit folgender Festrede:

Der grosse Herrscher, dessen Gedächtniss nicht bloss in unserem akademischen Kreise und seiner statutenmässigen Feier, sondern in der lebendigen Empfindung der deutschen Nation fortlebt und leben wird, mochte wohl sich selbst und seinen Zeitgenossen eher gekommen scheinen, um Deutschlands einheitliche Entwickelung zu zerstören als um sie zu erfüllen. Im schärfsten Gegensatz trennte der Theil sich vom Ganzen, der gekrönte Markgraf vom heiligen Reiche; der ständischen Libertät, der strengen Abgrenzung der Einzelrechte gegenüber entwickelte sich schroff und herrisch die autonome Fürstengewalt, die keine Schranke kennt als das eigene Pflichtgefühl; die confessionelle Orthodoxie, bis dahin das Fundament der katholischen wie der protestantischen Staatsentwickelung, wich der indifferenten Toleranz; in Handel und Wandel, in Litteratur und Kunst bewegte auf neuen Wegen sich eine junge Welt, mehr bestimmt durch die Einwirkung der französischen und der englischen Zeitgenossen und durch die Nachwirkung der römischen und der griechischen Cultur als durch die Vergangenheit der eigenen Nation, und der herrlichen Leistungen der Vorfahren beinahe vergessend. Berlin entstand, nicht auf den Spuren

Nürnbergs; so nothwendig jenes die Residenz seiner Fürsten wie dieses freie Reichsstadt, und doch nicht minder wie dieses durch die Selbstständigkeit und die Eigenart seiner Bürger getragen, die im Unglück zuverlässigste, die treueste, die freieste und die mächtigste Bürgergemeinde der Nation.

Aber diesmal wurde mit der geradelaufenden Entwickelung nur gebrochen, um sie, die als solche unmöglich geworden war, in anderer Weise wieder aufzunehmen. Das achtzehnte Jahrhundert sah die Umwandlung des Markgrafen von Brandenburg in den König von Preussen, das unsrige die des Königs von Preussen in den Kaiser von Deutschland. Berlin ist geworden, was das alte deutsche Reich nie gehabt hat und nicht haben konnte, des neuen Reiches Hauptstadt. Das durch selten günstige Fügung unserem Herrscher und seinem Volke beschiedene Fest, welches wir vor wenigen Tagen gefeiert haben, war es ein preussisches oder ein deutsches? wer hat die fünfundzwanzigjährige Regierung des Königs von Preussen anders feiern können als in dem Gedanken, dass eben er der erste Kaiser von Deutschland ist, dass, was in der Zeit der Ottonen und der Zeit Luthers nur halb gelang, jetzt sich so weit erfüllt hat oder erfüllen wird, als es nach dem Wechsel der Jahrhunderte noch erfüllt werden kann? Ahnungsvoll fand sich einst das deutsche Gemeingefühl wieder zusammen in dem Stolz auf den Helden des siebenjährigen Krieges; jetzt gehört er ganz der deutschen Nation und ist ein bester Theil ihrer Vergangenheit geworden.

König Friedrich schliesst die Memoiren seines Hauses mit dem Hinweis darauf, dass wer unter dem Eichbaum Schatten findet, auch die Eichel ehren möge; in diesem Sinne wird es gestattet sein, eben an dem heutigen Tage zurückzublicken auf unseres Volkes Anfang. Unter die wenigen Glücksfälle, die unserer historischen Überlieferung beschieden waren, zählt es, dass wir besitzen, was kein anderes Volk besitzt, eine lange vor dem Beginn unserer eigenen litterarischen Civilisation verfasste, aus einem älteren Culturkreise übrig gebliebene Aufzeichnung über die Eigenart der damaligen Germanen; eine Arbeit, etwa wie wenn ein Phoenikier uns Hellas beschrieben hätte zu der Zeit, wo das Königsschloss von Tiryntlı gebaut ward oder ein Grieche aus Kyme uns berichtete über das Rom der zwölf Tafeln. Es ist kaum zu tadeln, dass die Germania des Tacitus von unseren Forschern nicht mit der gleichen kühlen Unbefangenheit betrachtet wird wie andere Überlieferungen; nicht gern gestehen wir es uns ein, dass auch an diesem unschätzbaren Kleinod recht schwere, dem Gefühl ebenso störende wie die Brauchbarkeit beeinträchtigende Mängel haften. Indess nicht bei diesen will ich heute verweilen, sondern nur mit einigen Worten den Platz bezeichnen, welcher diesem Schriftwerke in der Litteratur seiner Zeit zukommt.

Die Frage, was Tacitus mit der Germania gewollt hat, kann nicht beantwortet werden, ohne dass man vorher sich vergegenwärtigt, was seine Schriftstellerei überhaupt bezweckt; und darüber laufen meist nur halb richtige Vorstellungen um. Nichts ist evidenter, als dass sein Motto *sine ira et studio* wohl in individueller Beziehung wahr ist, denn er war ein ehrlicher Mann, aber diejenige Liebe und derjenige Hass, die aus der sittlichen Empfindung entspringen, die rechten Musen dieses antiken Schlosser sind und eben bei ihm nicht etwa auf Classen oder Parteien, sondern durchaus auf Personen sich richten. Die Sympathie der vielen Leser und die Antipathie der wenigen Forscher für und gegen seine Eigenart ruhen eben auf diesem Grunde. Aber ein Tendenzschriftsteller ist er nicht, wenigstens nicht in dem Sinne, dass er einer einzelnen Staatsform oder einer politischen Partei besondere Gunst zuwendet oder gar Gedanken praktischer Reform zwischen seinen Zeilen zu finden sind.

Sehr mit Unrecht hat man ihn wohl einen aristokratischen Oppositionsmann genannt. Wer ihn aufmerksam liest, insbesondere die Rückblicke auf die Vergangenheit Roms erwägt, wird vielmehr finden, dass er für Marius wie für Sulla gleichmässigen Tadel hat und seine beste Staatsform vielmehr beruht auf der Durchdringung des demokratischen, des aristokratischen und des monarchischen Staatswesens und der dadurch herbeigeführten Vereinigung der guten und Niederhaltung der üblen Elemente eines jeden einzeln genommen. Aber wenn diese Anschauung nichts ist als das schon von Polybios ausgeführte und in den römischen Kreisen ein für allemal vorwaltende constitutionelle Ideal, so ist es Tacitus eigen, oder sagen wir vielmehr der leidige Vorzug der durch den Zusammenbruch der Republik erzogenen Generationen, dies Ideal als solches zu erkennen in seiner praktischen Undurchführbarkeit. ‘Die also geordnete und zusammengegliederte Verfassungsform’, sagt er selbst, ‘ist es leichter zu preisen als thatsächlich herzustellen, oder, wenn sie ja hergestellt wird, ist sie nicht von Dauer’. Von diesem Grundgedanken entfernt der Historiker auch in der Darstellung sich nirgends: ein langsames Aufblühen, ein kurzer Moment der Blüthe, ein langes und schwer zu tragendes Verwelken — das ist seine Anschauung von der Geschichte seines Landes. Hat er für die Massen und ihre Aspirationen nur die exclusive Verachtung der höheren, vornehmlich auf ihre geistige Bildung stolzen Kreise, so findet sich ebenso wenig eine Hindeutung auch nur darauf, dass er die nominelle Mitherrschaft des damaligen Senats politisch ernsthaft genommen hat. Als praktisch möglich erscheint ihm nichts als die Monarchie, und eine andere Schranke gegen deren Missbrauch, als die durch die Individualität des Herrschers gegebene, giebt es für Tacitus nicht. In-

sofern ist er schlechterdings und unbedingt ein Monarchist; und es ist nur ein Ausfluss seiner ernsten monarchischen Gesinnung, dass er über den schlechten Monarchen mehr als über jede andere Persönlichkeit die volle Schale seines sittlichen Zornes ausgiesst.

Aber Liebe und Neigung kommen bei Tacitus monarchischer Gesinnung nicht in's Spiel. Die Legitimitätsempfindung, welche dem julischen Hause gegenüber eine Rolle in der Geschichte gespielt hat, hat sich auf die folgenden Dynastien wenig oder gar nicht übertragen und Tacitus wenigstens ist sie völlig fremd; die Katastrophen unter Nero und Domitian erscheinen ihm als der Bankerott des Systems der monarchischen Erbfolge. Selbst die — durch die seltsame Ordnung des römischen Principats allerdings in sich selbst untergrabene — Legitimität des zeitigen Herrschers für seine Lebensdauer ist für diesen Monarchisten viel mehr eine Macht- als eine Rechtsfrage. Die Behauptung, dass die Anhänger von zwei gleich schlechten kaiserlichen Rivalen daran gedacht hätten beide durch Übereinkunft gleichzeitig zu beseitigen, erklärt er deshalb für wenig wahrscheinlich, weil die Zeiten für einen solchen tapferen Entschluss zu weit heruntergekommen seien; und indem er von dem Herrscher Rechtschaffenheit und Tüchtigkeit fordert, zieht er daraus ziemlich unverholen die bedenkliche Consequenz, dass derjenige Kaiser zu beseitigen sei, der das Erforderliche nicht leistet. Damit im Einklang erkennt er die einzig mögliche Garantie der persönlichen Tüchtigkeit des Herrschers in dem Aufgeben der Erbfolge und in der Bestellung des Nachfolgers durch den zeitigen Herrscher nach freier Wahl, eben in dem System, welches in der That mit Kaiser Nerva zur Herrschaft kam und dem römischen Staat beinahe ein Jahrhundert der Stabilität verschafft hat. Tacitus ist Monarchist, aber aus Noth, man könnte sagen aus Verzweiflung. Mit erschreckender Klarheit erkennt er nicht bloss den Verfall des Reiches, sondern auch dessen Unabwendbarkeit. Es geht zu Ende mit Rom oder vielmehr mit Italien; dem Anschwellen des hauptstädtischen Pöbels geht die Entvölkerung des Landes zur Seite; für die Entwickelung der Provinzen hat er kein Auge oder, vielleicht richtiger gesagt, kein Herz. Nirgends ist dies deutlicher ausgesprochen als eben in der Germania; 'möchten', ruft er aus, 'die Germanen fortfahren sich untereinander zu befehden; denn das 'Verhängniss unseres Staates naht heran und besseres kann uns das 'Schicksal nicht gewähren als dauernde Zwietracht unserer Feinde.' In jener merkwürdigen Auslassung über sich und seine Zeit und über die Stellung des Geschichtsschreibers früher und jetzt weist er hin einerseits auf die gewaltigen Völkerkämpfe und die mächtigen ständischen Conflicte der Republik, andererseits auf die durchaus mit

den alten Lorbeeren sich bescheidende Gegenwart, die geringen Kriege, die geringeren städtischen Händel, und wenn er die Geschichte auch der Kaiserzeit der Darstellung nicht unwerth erklärt, so nennt er sie doch mit bitteren Worten eine enge und ruhmlose Aufgabe. Für diese Zeit des äusseren und inneren Verfalles ist der Ausdruck die Monarchie, nicht minder unabwendbar wie der Verfall und nicht minder unerfreulich. Sie ist der Gegenwart unentbehrlich wie die Krücke dem Greise; aber mit der schmerzlichen Sehnsucht nach der unwiederbringlich verlorenen Jugend trägt dies Geschlecht die Bürde seines Alters und grollt dem Stabe, der es stützt.

Eine der Consequenzen dieser Zustände, und nicht die am wenigsten leidige, ist die Gleichgültigkeit gegen die politischen Verhältnisse der Gegenwart, welche die gesammte Kaiserlitteratur beherrscht. Unter der Republik finden wir das Gegentheil. Von dem älteren Cato und den Gracchen an bis hinab auf Cicero und Caesar, Catull und Sallust ist die Politik das Lebenselement der römischen Schriftstellerei. Aber mit einem Schlage wird es dann anders, sicher nicht durch äusseren Druck, sondern durch den schlimmen Ekel, den die Bürgerkriege hinterliessen, und die schlimmere Theilnahmlosigkeit an den öffentlichen Dingen, welche das Kaiserregiment erzeugte und begünstigte. Gelegentlich fanden wohl noch, wenigstens unter der ersten Dynastie, Reminiscenzen aus der republikanischen Epoche litterarische Vertretung, und zu keiner Zeit fehlte es besonders in der griechischen Reichshälfte an Übungen im schlechten Stil, wie sie zum Beispiel der armenische Krieg des Verus massenhaft hervorrief. Aber ernstlich sich um die Dinge zu kümmern wie sie waren, war nicht mehr zeitgemäss; nicht die Discretion allein schloss den Freunden des Maecenas und dem Minister Neros darüber den Mund; das politische Lied und nicht minder die politische Prosa fanden kein Publicum mehr. Dies gilt auch von Tacitus, obwohl er die Geschichte seiner Zeit schreibt. Er verachtet selber seine enge und ruhmlose Arbeit; der Inhalt seines Werkes ist ihm gleichgültig oder widerwärtig. Es gab Fragen genug, selbst in der greifbareren äusseren Politik, zu denen der Historiker Stellung nehmen musste; Tacitus hat es weder in Britannien noch in Armenien gethan. That er es in der Germania? Der Moment, in dem er schrieb, legte dies nahe genug. Eben damals befand sich der neue Kaiser Traianus, der wenigstens als Offizier seine Proben abgelegt hatte, am Rhein und war beschäftigt die von Domitianus begonnene Organisation des rechtsrheinischen Landes zu vollenden; mochte man auch in Rom, als die Germania erschien, über seine Thätigkeit am Rhein noch wenig wissen, nichts lag näher als auf diese selbst hinzuweisen.

Es ist denn auch kürzlich die Hypothese aufgestellt worden, dass die Germania zur Empfehlung dieser kaiserlichen Arbeit abgefasst sei. In der That kann nichts falscher sein. Eine Schrift mit dieser Richtung müsste über den militärischen Stand der Dinge, die Truppenlager, die Grenzbefestigungen, die Machtstellung der freien Germanen doch einiges berichten; mochten Domitians Veranstaltungen in Schatten gestellt werden, so war es geradezu unvermeidlich des Nachfolgers und der an ihn geknüpften Hoffnungen zu erwähnen. Nichts von allen dem geschieht. Traianus wird nur beiläufig bei einer chronologischen Berechnung erwähnt und selbst von seinem Verweilen am Rhein ist mit keiner Silbe die Rede. Die freien und die unterworfenen Germanen werden in wesentlich gleicher Art abgehandelt; die an die Cimbern geknüpfte kurze Übersicht der zweihundertjährigen germanischen Kriege findet mit dem gegenwärtigen Zustand sich mittelst einer Phrase ab; die ganze Schrift macht den Eindruck einer rein geographischen Abhandlung. Natürlich hebt der Verfasser, wie jeder, der ein unentwickeltes Volk schildert, die Differenzpunkte dieser ursprünglichen Sitten und der civilisirten Lebensformen oftmals hervor, und wenn solche Darstellungen überhaupt den Hinweis auf die Nachtheile und die Missbildungen der Cultur nahe legen, so werden bei Tacitus pessimistischer Weltanschauung diese ausgesprochenen oder stummen Parallelen besonders häufig zu Kritiken des römischen Wesens und Unwesens. Aber lieben thut der Italiener keineswegs das rauhe, kalte, unwirthliche, nur für den Einheimischen erträgliche nordische Land mit seinem elenden Feldbau ohne Wiesenbewässerung und Oliven- und Rebenzucht, mit seinen kleinen Rindern, seinen schlechten Kleppern, seinem entsetzlichen Gerstenwein; und mit dem vollen Selbstgefühl der überlegenen Civilisation steht der Hauptstädter diesen Barbaren gegenüber, die entweder schlafen oder raufen, die je ernster die Berathung ist, desto tieferen Trunk thun, von denen höchstens die Chatten 'für Germanen' verständig und geschickt genannt werden dürfen und Disciplin und Offiziere kennen. Wie oft auch Tacitus, die Germanen lobend, die eigenen Landsleute tadelt, keineswegs hat er, wie man gesagt hat, seinen Landsleuten in den Germanen das Ideal der Sittenstrenge oder gar das Ideal der Freiheit schildern wollen. Sittenstrenge im Allgemeinen den Germanen beizulegen hat Tacitus sich mit gutem Grunde gehütet; und was er von der Freiheit der Germanen berichtet, erscheint ihm vielmehr als Zuchtlosigkeit und wird keineswegs belobt. Warmes Lob der Barbaren und, was damit zusammenfällt, bitterer Tadel des römischen Wesens tritt nur in nicht eigentlich politischen Fragen hervor: am schärfsten, sehr bezeichnend für Tacitus, in der Behandlung der würdigen Stellung der Frauen

und der innigen Ehegemeinschaft, aber auch in Betreff des Kindersegens, der Götterverehrung ohne Bilderdienst, der Niederhaltung der freigelassenen Leute, der Einfachheit der Bestattung und sonst. Wer die Germania im Zusammenhang der Litteratur der Kaiserzeit überhaupt und der Schriftstellerei des Tacitus insbesondere betrachtet, wird ihr eine bestimmte politische Tendenz nicht beilegen können und eine moralische nur in dem Sinne, wie sie allen Werken des bedeutenden Mannes zukommt.

Wohl aber möchte nach einer anderen Seite hin die litterarische Stellung dieser Schrift einer näheren Bestimmung fähig sein. Ich meine das Verhältniss der geographischen zu der historischen Schriftstellerei, welches im Alterthum ein anderes war, als es heute besteht. Die römische Annalistik schliesst allerdings zusammenhängende geographische Darlegungen aus; diesem Gesetz ist Livius gefolgt, so wie in den Annalen Tacitus selbst, und Abweichungen davon sind überhaupt meines Wissens nicht erweislich. Daneben aber finden wir den historischen Schriften der Griechen und auf ihren Spuren auch der Römer häufig grosse geographische Abschnitte eingelegt, die mit der eigentlichen Erzählung nur lose oder gar nicht verknüpft sind. So hat Polybios, indem er diejenigen Vorgänger tadelt, die durch solche Auseinandersetzung den Faden der Erzählung unterbrechen, eines seiner vierzig Geschichtsbücher, das vierunddreissigste, gradezu als Chorographie gearbeitet. In der von Polybios getadelten Weise muss Sallustius seine Historien geschrieben haben; und Ammians Geschichtswerk umfasste in seiner Vollständigkeit die gesammte Reichsgeographie abschnittsweise vertheilt. Tacitus selbst hat zwar, wie gesagt, das annalistische Schema festgehalten. Aber dass die antike Geschichtsschreibung, anders als die heutige, die Erdbeschreibung in sich aufzunehmen hatte, erkennt in der Theorie auch er an: da, wo er die Vorzüge der republikanischen Historiographie vor der der Kaiserzeit schildert, rühmt er an jener, dass sie 'die Lage der Länder, die Wechselfälle der Schlachten, das ruhmvolle Ende der Feldherren' berichte. Ist hier nicht die Brücke geschlagen zwischen seinem eigentlich historischen Werk und der Germania? Seine Historien sind, wie die Geschichtsbücher des Alterthums überhaupt zu sein pflegen und für dieses der erhaltene Anfang insbesondere beweist, gedacht als Fortsetzung der älteren gleichartigen Werke. Für die Chorographie kamen demnach vor allem die neuen Kriegsschauplätze in Betracht, insonderheit also Germanien; und vom Standpunkt der Composition aus konnte Tacitus wohl, ähnlich wie Polybios, es vorziehen, diese Chorographie, statt sie zerstückelt einzuschalten, lieber zu sondern und die Beschreibung Germaniens als abgesonderte Schrift den Historien voraufzuschicken, von denen ein beträchtlicher Theil auf deutschem Boden spielt. Damit steht es nicht

im Widerspruch, dass in denselben Historien der Erzählung des jüdischen Krieges eine kurze historisch-geographische Einleitung voraufgeht und dass, so weit nach dem Agricola sich urtheilen lässt, der Bericht über dessen Unterwerfung Britanniens durch eine ähnliche Einleitung eingeführt ward; was über Palaestina und Britannien zu sagen war, liess sich leichter in die Erzählung einlegen als die mannichfaltige und an sehr verschiedenen Punkten eingreifende Schilderung von Land und Leuten Germaniens.

Mag nun aber diese bescheidene, übrigens keineswegs ganz neue Auffassung des merkwürdigen Buches von der Herkunft und den Sitten der Germanen das Richtige treffen oder eine der zahlreichen sonstigen Annahmen, mit denen diese weder an Tiefe noch an Glanz sich messen kann, immer werden wir Deutschen uns in der Freude und in dem Stolze vereinigen, dass einer der besten Römer, als er seiner Nation Sonne niedergehen sah, eine Schilderung der unsrigen entworfen hat, die, wenn nicht im heiligen römischen, so in dem neuen deutschen Reich sich nach Jahrtausenden zu grossem Schaffen hat zusammenfinden dürfen und deren Zukunft auf lange hinaus die Geschicke der Welt noch mehr bedingen wird, als ihre zweitausendjährige Vergangenheit es gethan hat.

Seit dem letzten Jahrestage Friedrich's des Grossen sind folgende Veränderungen im Personalstande der Akademie eingetreten.

Die Akademie verlor durch den Tod das Ehrenmitglied Hrn. Johann Jacob Baeyer; die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe Carl Theodor Ernst von Siebold, Friedrich Gustav Jacob Henle, Henri Milne Edwards; die correspondirenden Mitglieder der philosophisch-historischen Classe Léon Renier, Georg Curtius, Émile Egger, Willem Jonckbloet.

Gewählt wurden die HH. Otto Hirschfeld als ordentliches Mitglied der philosophisch-historischen Classe, August Kekulé in Bonn, bisher correspondirendes Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe, zum auswärtigen Mitgliede, Otto von Boehtlingk in Leipzig, bisher correspondirendes Mitglied der philosophisch-historischen Classe, zum auswärtigen Mitgliede; zu correspondirenden Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Classe die HH. Walcot Gibbs in Cambridge, Friedrich von Recklinghausen in Strassburg i. E.; zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe die HH. Kuno Fischer in Heidelberg, Christoph Sigwart in Tübingen.

Hierauf hielt Hr. Wattenbach den folgenden Vortrag.

Über Ketzergerichte in Pommern und der Mark Brandenburg.

Von W. Wattenbach.

Dass im Mittelalter trotz der überaus grossen Gewalt der Kirche zahlreiche ketzerische Secten grosse Verbreitung gefunden haben, ist allgemein bekannt; schwierig aber ist es, zu einer genaueren Kenntniss ihres Bestandes und ihrer Lehren zu gelangen, weil sie theils die Verborgenheit suchten und suchen mussten, theils unsere Nachrichten meistens von ihren Gegnern herrühren, und viele Entstellungen enthalten. Von besonderer Wichtigkeit ist die Secte der Valdesier, wie sie nach ihrem Stifter Petrus Valdez in Lyon um 1189 genannt wurden; später aber wird auch unter ihnen selbst die Benennung Waldenser allgemein üblich. Sie nennen sich auch die Armen von Lyon, und sind, wie kürzlich W. Preger nachgewiesen hat, frühzeitig in Verbindung getreten mit einer anderen Secte ähnlicher Art in der Lombardei, welche älteren Ursprunges war. Sie haben auch in Deutschland sich weit verbreitet, und es ist eine noch wenig aufgeklärte Frage, wie wir uns ihr Verhältniss zum Husitismus und den schon vorher in Böhmen vorkommenden reformatorischen Bestrebungen, und zur Reformation des 16. Jahrhunderts zu denken haben. Am wenigsten erfahren wir über das geistige und kirchliche Leben in unseren nordöstlichen Gegenden: es ist eine ganz vereinzelte Kunde, dass im Jahre 1395 der Coelestiner Prior Petrus berichtet, er habe in den beiden letzten Jahren in Thüringen, in der Mark, in Böhmen und Mähren gegen 1000 Waldenser zum katholischen Glauben bekehrt. Auf dieselbe Inquisition aber bezieht sich eine Mittheilung des bekannten Matthias Flacius Illyricus, er besitze einen grossen Band Process-Acten, mit den Verhören von 443 Waldensern in Pommern, der Mark und den anstossenden Gegenden, um das Jahr 1391. Diese Handschrift ist verborgen geblieben, bis der erste Band des Cataloges der Handschriften in der Bibliothek zu Wolfenbüttel von O. v. Heinemann erschien (1884), wo unter Nr. 438 dieselbe verzeichnet ist. Auf meine Bitte ist sie mir bereitwilligst zugesandt worden, was ich

dankbar anerkenne, *und es ergab sich alsbald, dass hier die Original-Protokolle der Verhöre vorliegen, eilig und mit oft sehr blasser Dinte* auf grobes Papier geschrieben, und voll von Flüchtigkeitsfehlern. Das letzte Verhör hat die von Flacius angegebene Zahl 443, und er mag auch, wie man nach seinen Worten annehmen muss, noch die vollständige Handschrift besessen haben. Gegenwärtig aber fehlen die ersten 186 Blätter mit 173 Verhören und weiterhin die Nummern 297 bis 427. Aber auch schon als diese Zahlen geschrieben wurden, welche älter als Flacius zu sein scheinen, waren nur noch Fragmente vorhanden, denn die chronologische Anordnung ist verwirrt und es sind offenbare Lücken vorhanden.

Am Schluss ist angemerkt, dass dieses Buch oder Register von dem Bruder Petrus herrührt, Provincial der Coelestiner, der als Inquisitor vom apostolischen Stuhl nach Deutschland und der Kamminer Diöcese abgesandt war. Diese Inquisition begann im Januar 1393 und dauerte bis zum Februar 1394. In demselben Jahre habe er das Buch im Convent der Predigerbrüder zu Prenzlau deponirt und ihnen zur Aufbewahrung übergeben. Flacius hat also die Zeit ungenau angegeben.

Hieraus nun, und nur hieraus, denn sonst ist keine Spur davon vorhanden, erfahren wir, dass es in Stettin und Umgegend, ganz vorzüglich in der Neumark, im heutigen Kreise von Königsberg in der Neumark, dann in Dramburg, Angermünde, Prenzlau, auch im Templiner Kreis, eine Menge von Ketzern gab, welche gewöhnlich nur als 'von der Secte', genauer aber als Waldenser bezeichnet wurden. Es sind arme Leute, Bauern, Tagelöhner, einige Weber und Hutmacher in Dramburg, keiner von ansehnlicher Lebensstellung. Genannt werden als zugehörig allerdings auch einzelne Vornehmere, namentlich ein 'Nobilis' Henning bei der Stegen, aber unter den Inculpaten kommen keine vor. Wir werden auch sehen, dass für angesehene Leute die Lehren der Secte die Gemeinschaft fast unmöglich machten. Eine Frau, welche über 90 Jahre alt ist, war schon in der Secte geboren; eine andere von 70 Jahren hatte einen Vater, der in der Secte geboren war. Es war also eine seit langer Zeit, weit über ein Jahrhundert eingewurzelte Sache. Sie waren, wie wir uns wohl ausdrücken können, die Stillen im Lande. Ihr Lebenswandel war sehr strenge; sie fasteten und beteten viel, entzogen sich nicht der Messe und Communion, und opferten wie die anderen, vermuthlich reichlich, um der Verfolgung zu entgehen. Denn kenntlich waren sie, vorzüglich an der Vermeidung jeder eidlichen Betheuerung, welche sie für unbedingt sündlich hielten. Sie pflegten auch deshalb die Katholiken als 'die Schwörer' zu bezeichnen. Auch 'die Fremden' nannten sie

dieselben, und daher wahrscheinlich sich selbst 'die Chunden', die Bekannten, ein Ausdruck, der freilich hier nicht vorkommt, wohl aber anderswo, und den natürlichen Gegensatz zu den Fremden bildet.

Die einheimische Geistlichkeit hatte also keinen Grund, feindlich gegen diese harmlosen Sectirer vorzugehen, und es findet sich auch keine Spur davon; nur von einer feindseligen Haltung ihrer katholischen Mitbürger, welche allerdings in mehreren Aussagen erwähnt wird. Regelmässig aber begegnet die Aussage, dass sie ihrer Secte wegen noch nie citirt gewesen sind; eine Angabe, auf welche freilich wenig zu geben ist, weil sie dadurch der Gefahr entgehen, als rückfällig behandelt zu werden. Nur die Wittwe Sophie Myndekin aus Fleit, seit funfzig Jahren in der Secte, sagt aus, dass ihr Mann in Angermünde verbrannt war, und sie selbst diesem Geschick nur dadurch entging, dass sie gerade schwanger war: doch hatte sie alle ihre Habe damals verloren. Es hatte also schon einmal eine Inquisition stattgefunden.

Jetzt aber waren sie offenbar seit langer Zeit unbehelligt geblieben, und jährlich waren die Häresiarchen, wie sie im Protokoll heissen, gekommen, und hatten Beichte gehört, Busse auferlegt und Absolution ertheilt.

Noch im vergangenen Jahre 1392 hatten viele dem Bruder Klaus gebeichtet, aber der war jetzt abtrünnig geworden, wie es scheint schon vor der Ankunft des Inquisitors, und es liegt die Vermuthung nahe, dass von ihm die Nennung der vielen Namen herrührt. Eine grosse Bestürzung hatte sich verbreitet, und der Schatz der Secte war gerettet. Ob viel darin war, erfahren wir nicht; der befragte Zeuge behauptet es nicht zu wissen. Wir hören aber von Vermächtnissen, und es scheint danach, dass, wie wir es aus anderen Gegenden wissen, Collecten an den Sitz der Secte geschickt wurden. Flacius sagt, die Lehrer seien aus Böhmen gekommen, aber davon findet sich in dem uns erhaltenen Theil der Acten nichts; es könnte auf einer Verwechselung mit der zweiten Inquisition beruhen, auf welche wir später kommen werden, aber an sich ist es nicht unwahrscheinlich.

Im Anfang des Jahres 1393 erschien also der Inquisitor Petrus und schlug in Stettin sein Tribunal auf, mit Vollmacht vom Erzbischof von Prag und von den Bischöfen von Lebus und Kammin; von irgend einer Mitwirkung des Bischofs von Kammin ist aber nicht die Rede.

Er erliess nun seine Citationen, welche durch die Pfarrer von den Kanzeln verkündet wurden für alle, welche sich schuldig fühlten; viele erhielten aber auch mündlich oder schriftlich besondere Vorladungen. Es gab eine grosse Aufregung; einige flüchteten, und im

Dorfe Klein-Wubiser kam es zu einer Bewegung gegen den Boten des Inquisitors, die jedoch nicht von Bedeutung war. Die grosse Mehrzahl eilte herbei, einige um sich von falschem Verdacht zu reinigen, andere auf Zureden ihrer Freunde oder auf Geheiss ihrer Gutsherrschaft, oder um der Nachbarn willen; sie erhielten in mehreren Fällen Beisteuern, um die Reise machen zu können. Am meisten wirkte offenbar die Furcht vor viel härterer Behandlung, wenn sie nachträglich doch noch angezeigt und vorgefordert wären. Der Inquisitor scheint ihnen bei willigem Geständniss milde Behandlung zugesagt zu haben, wenn sie ihren Irrthum abschwören wollten, und dazu waren sie offenbar entschlossen, denn alle leisten den Eid ohne Widerstreben. Auch die Aussagen scheinen bereitwillig erfolgt zu sein; nur zuweilen ist davon die Rede, dass die Inculpaten etwas ventilirt werden mussten, wie der Protokollist sich ausdrückt, bevor sie sich zur Aussage entschlossen. Von Tortur ist keine Rede, und ich finde auch keinen Anlass, die Richtigkeit der Protokolle zu bezweifeln. Die Aussagen stimmen genau überein mit denjenigen, welche aus Österreich bekannt sind, berühren aber lange nicht so viele verschiedene Punkte, vermuthlich weil es meistens arme und unwissende Leute waren und es genügte, ihre Zugehörigkeit zur Secte festzustellen.

Das Verhör beginnt natürlich mit der Frage nach den Eltern und dem Ort der Geburt; nach Beruf und Stand wird nicht gefragt. Sind die Eltern, was sehr häufig ist, in der Secte verstorben, so wird immer genau nach dem Orte des Begräbnisses geforscht, vielleicht um die Leichen auszugraben oder doch den Gräbern noch einen Schimpf anzuthun.

Sehr früh, zuweilen schon im Alter von acht Jahren, wurden Kinder zur ersten Beichte angeleitet, andere erst später beredet; manchmal von ihren Eltern, häufiger durch Freunde, auch durch die Dienstherrschaft. Es wird ihnen gesagt, dass diese Beichte und Absolution weit wirksamer sei, als die der Priester, und zugleich ein reines Leben, namentlich Vermeidung jeder Lüge und des Schwörens, zur Pflicht gemacht. Einem Knappen, der bei jenem Henning bei der Stegen im Dienste war, wurde vorgestellt, dass ein solcher kriegerischer Dienst sündlich sei. Die Beichte bei den 'Brüdern', wie sie genannt werden, wird als der Weg zum wahren Seelenheil dargestellt und es verbanden sich damit abergläubische Vorstellungen. Nicht nur sollte sich die Befugniss dieser Brüder auf den Erlass aller Sünden ohne Ausnahme erstrecken, sondern sie würden auch so rein sein, wie sie aus der Mutter Leib gekommen; es sei so gültig, als ob Gott mit eigenem Munde die Sünden erlassen hätte. Nicht allen aber gefiel

die Sache, und manche suchten früher oder später sich loszumachen; Heine Melkow aus Falkenwalde, wie er ganz einfach sagt und ohne Zweifel wahrheitsgemäss, weil er lieber zum Biere ging als zur Beichte.

Von den Beichtigern wissen die Inculpaten wenig zu sagen und auch die Namen, welche vorkommen, erlauben keinen sicheren Schluss auf ihre Herkunft. Nach einer Aussage waren einige von ihnen Schuster, andere Litteraten, d. h. Lateinisch gebildete, Schriftkundige. Sorgfältig wird immer nach dem Ort gefragt, wo gebeichtet war: es sind verborgene Räume in Häusern, Viehställen, auf Kornböden. Dieselbe Frage wiederholt sich bei dem Capitel von der Predigt, die gewöhnlich in der Dämmerung oder beim Herdfeuer stattfand. Man musste ja die Verborgenheit suchen, verstiess aber dadurch gegen canonische Satzungen. Auch erinnert die Frage an die so häufig vorkommenden Behauptungen von unsittlichem Treiben der Ketzer; davon ist jedoch hier nirgends die Rede, und es scheint selbst ein Verdacht dieser Art ganz fern gelegen zu haben.

Ganz genau wissen die Sectirer, dass ihre Lehrer nicht geweihte Priester sind, aber sie sind fest überzeugt, dass dieselben eine viel grössere Vollmacht als die Priester besitzen, und dass sie diese von Gott selbst erhalten haben. Sie fasten und kasteien sich und lehren, dass man nicht lügen, nicht fluchen, nicht schwören, nichts Böses thun solle. Als Brüder und Apostelbrüder werden sie bezeichnet, und seltsamer Aberglaube knüpft sich an ihre Person. Mit wem sie einmal im Jahre geredet hätten, der könne nicht verdammt werden, wer ihnen gebeichtet habe und in demselben Jahre sterbe, der komme sogleich in den Himmel. Ja man erzählte sich, dass alle sieben Jahre zwei von ihnen an die Pforten des Paradieses kämen, um dort die Weisheit Gottes zu vernehmen.

Die Busse, welche sie auferlegen, ist schwerer als die von den Priestern gebotene, und wird deshalb als wirksamer betrachtet, ist aber einzelnen Sectirern zu hart, so dass sie abgeschreckt werden. Vorgeschrieben werden Fasten, gewöhnlich Mittwochs und Freitags, bei Wasser und Brod; ausnahmsweise wird Dünnbier gestattet. Dazu täglich fünfzig Paternoster, und an Sonntagen und Festtagen hundert; Ave Maria wird nicht vorgeschrieben, aber doch gestattet. Für schwere Vergehen ist die Busse noch härter und alle meinen, dass solche Busse ihnen volle Absolution verdiene; es wäre schlimm, sagt eine Frau, wenn dieselbe, welche sie gewissenhaft gehalten, ihr nicht zur Seligkeit verhelfen sollte.

Die Messe besuchen sie wie alle Katholiken und nehmen auch die Communion; in der Beichte aber sagen sie nichts von der Secte, weil ihnen das gleich bei der Aufnahme zur Pflicht gemacht wird.

Heyne Smerwynkel hatte einmal als Knabe davon geplaudert, war aber dafür von seinem Vater gezüchtigt worden. Zuweilen kam es doch vor, dass in der Beichte das Verhältniss zur Secte bekannt wurde, aber es scheint, dass die Priester selbst wünschten, kein Aufheben davon machen zu müssen.

Die nächsten Fragen beziehen sich auf die Predigten, welche natürlich mit grösserer Gefahr verbunden waren und deshalb auch seltener vorkamen: ausdrücklich wird einmal gesagt, dass man es in Bärwalde nicht gewagt habe, weil die Nachbaren nicht zur Secte gehörten; einmal geschah es doch, in der Nacht. Die Wirthin hatte ein Fläschchen mit Wein, womit sie den Prediger erquickte, indem sie ihm zuredete zu trinken. Meistens sind die Predigten Abends beim Heerdfeuer oder bei Licht gehalten, und nur sechs bis höchstens zwanzig Personen werden als anwesend angegeben. Vom Inhalt der Predigt ist nur einmal die Rede; es war in Prenzlau, wo der Prediger sie eifrig zur Andacht ermahnte, und häufig wiederholte, dass sie nur an den lieben Gott glauben sollten.

Auf ihrer Wanderschaft werden die Prediger natürlich mit grosser Verehrung aufgenommen, bewirthet und befördert, was immer einen besonderen Gegenstand der Fragen bildet, und auch bei der Überschrift bemerkt wird; augenscheinlich hatte es Einfluss auf das Strafmaass. Sie erhalten auch kleine Geldgeschenke, welche aber meistens in bescheidenen Grenzen bleiben; zuweilen beschenken sie auch arme Gläubige. Es erinnert doch wieder an die sonst bekämpften Missbräuche, wenn ihnen Geld gegeben wird, um ihre Fürbitten für Kranke zu erlangen. Hin und wieder kommen auch ansehnlichere Geschenke und Vermächtnisse vor; sogar eins von acht Mark, um für die Seele der Verstorbenen zu beten, in offenem Widerspruch mit ihrer Lehre.

Confirmirt sind die Sectirer nur theilweise; manche wissen es gar nicht; sie legen keinen Werth darauf und halten es nicht für ein Sacrament; die Taufe genüge. Ebenso steht es mit dem 'Apostel', der bei diesem Anlass als besonderer Schutzpatron erwählt wird. Einige feiern dessen Fest und fasten am Vorabend, aber nur zur Ehre Gottes, nicht um die Fürbitte zu gewinnen. Vielfach zeigt sich bei diesen Fragen grosse Unwissenheit. Aber in ihren Lehrsätzen sind sie ganz fest. Sie glauben nicht an die Fürbitte der Mutter Gottes und der Heiligen. Übereinstimmend sind die Antworten, dass diese in ihrer himmlischen Seligkeit sich um die Menschen nicht bekümmern könnten; sonst würde eben diese Seligkeit nicht vollkommen sein. Als Vorbilder, sagt Geze Kuneker, sollen wir Maria und die Heiligen, welche ja auch Menschen gewesen sind, betrachten und ihnen nach-

streben, aber nur auf Gott vertrauen. Doch war der Mariencult so eingewurzelt, dass manche daran festhielten, und auch die Lehrer, wenn auch widerstrebend, denselben zuliessen.

Der Menschen wegen wurden freilich die Heiligenfeste gefeiert, auch für die Verstorbenen Gebete und Opfergaben dargebracht, doch nicht in der Meinung, dass sie ihnen Nutzen brächten. An ein Fegefeuer glauben sie nicht, sondern je nach den guten oder bösen Handlungen erhalte jeder sein Geschick, welches zu ändern unmöglich sei; es gebe, wie der Ausdruck regelmässig lautet, nur zwei Wege. Verbreitet war auch die Meinung, dass einfach die Schwörer in die Hölle, die Waldenser in den Himmel kämen, doch dürfen wir es nicht als ihre eigentliche Lehre betrachten; wohl aber, dass das Fegefeuer eine Erfindung der habsüchtigen Priester sei, und dass die Opfergaben diesen, und nicht den Seelen zu Gute kämen. Einige sagen, dass sie die Leiden dieser Welt, sowie die Beichte und Busse, für das einzige wahre Fegefeuer halten. Peter Beyer hielt sein Gefängniss dafür, und Katharina Sachzin die bösen Zungen der Menschen. Natürlich ist, dass hin und wieder doch der alte Glaube noch haftet, und Fürbitten und Opfer als wirksam betrachtet werden.

Weihwasser, geweihtes Salz, Asche, Palmen u. s. w. verwarfen sie unbedingt, und die Eiferer tadelten auch, wenn sie sich äusserlich der Menschen wegen den Gebräuchen anschlossen. Auch kommt der Aberglaube vor, dass geweihtes Wasser länger frisch bleibe als anderes, und während von der Excommunication für die Seele nichts befürchtet wird, findet sich doch die Meinung, dass sie dem Leibe Schaden bringen könne. Ablass, Reliquien, Bilderdienst, Betfahrten, werden gänzlich verworfen, auch Glockenklang und die Kirchenmusik. Grite Hawersche hatte sogar gehört, der Kirchengesang sei wie das Grunzen der Schweine vor der Thüre. In Betreff des Begräbnisses hielten sie es für vollkommen gleichgültig, ob es auf dem Kirchhof oder irgendwo auf offenem Felde geschehe.

Während nun bei allen diesen Dingen durch die gestattete äusserliche Anbequemung Aufsehen und Verdacht vermindert werden konnte, stand es anders mit dem absoluten Verbot des Schwörens und des Blutvergiessens. Einige hielten freilich einen wahren Eid für erlaubt und weit verbreitet war die Meinung, dass Betheuerungen mit 'triwen' (traun) und 'wahrlich' gestattet wären, aber die strengeren Sectirer liessen das durchaus nicht gelten und wandten auch darauf den Ausspruch an, dass ebenso wenig ein Kamel durch ein Nadelöhr gehen könne, als ein Schwörer in's Himmelreich kommen. Jede Betheuerung sei eine Todsünde, und deshalb auch alle Richter und Schöffen unrettbar verdammt. Die äusseren schlimmen Folgen müsse man um

Gottes willen erdulden. So eifrig war aber die Mehrzahl nicht und es scheint, dass im gewöhnlichen Leben die Betheuerung mit 'traun' an Eidesstatt zugelassen wurde.

Unbedingt wurde auch jedes Blutvergiessen verworfen, sogar die Hinrichtung von Verbrechern, und auch aus diesem Grunde galten Richter und Schöffen für verdammt, schlossen sich aber dadurch auch die Sectirer von allen Ämtern aus. Dasselbe sahen wir auch schon oben vom Kriegsdienst, und dadurch war die Secte nothwendiger Weise auf die untersten Schichten der Gesellschaft beschränkt.

Endlich wird nun noch gefragt, ob sie diese Lehre für die wahre christliche gehalten haben, was allgemein bejaht wird. Auch geben sie zu, dass sie die Katholiken die Fremden nannten und für verdammt hielten. Hier setzt ihnen der Inquisitor sehr zu, besonders mit Beziehung auf Eltern oder sonstige nächste Anverwandte, welche nicht zur Secte gehören. Viele bleiben dabei, dass diese der Verdammniss nicht entgehen könnten, aber es sträubt sich doch das natürliche Gefühl dagegen, und es wird auch zuweilen die Hoffnung ausgesprochen, dass sie doch gerettet werden könnten, wenn sie tugendhaft handelten. Der alte Walter Cune verwirft geradezu die Benennung 'Fremde', weil sie doch auch Gottes Geschöpfe wären, und auch den Lohn ihrer guten Thaten erhalten würden.

Endlich wird noch gefragt, ob sie auch andere verleitet haben, und nach den Namen dieser und anderer Mitglieder der Secte. Darauf scheint rückhaltlos geantwortet zu sein; es macht den Eindruck, als ob sie durch die grosse Anzahl sich sicherer fühlten, oder auch alle Zurückhaltung aufgaben, weil nun doch einmal alles an den Tag gekommen war. Auch konnte ja, wenn man sie ernstlich suchen wollte, den Nachbaren ihre Zugehörigkeit zur Secte unmöglich verborgen bleiben.

Die Aussagen machen durchaus nicht den Eindruck, als ob die Inculpaten ihre Irrthümer bereuten oder eine andere Überzeugung gewonnen hätten; sie leisten aber alle ohne Widerstreben den ihnen vorgelegten Eid, worin sie ihre Irrthümer abschwören und sich zur Bekämpfung der Ketzerei und Aufsuchung ihrer Anhänger verpflichten.

Weiter erfahren wir nichts über den Verlauf; sie waren alle zu einem Termin beschieden, um ihr Urtheil zu vernehmen und die Strafe auf sich zu nehmen, zu deren Ertragung sie sich verpflichten. Sie werden also das Kreuz auf ihrer Kleidung getragen haben, was das Abzeichen reuiger Ketzer war, und auch in diesen Acten vorkommt, und erduldet, was ihnen sonst noch als Kirchenbusse auferlegt war. Zunächst war auch der Zusammenhang ihrer Secte zersprengt, allgemeine Entmuthigung eingetreten, und die Brüder aus

der Fremde werden grössere Schwierigkeit gefunden haben zu ihnen zu kommen. Eine solche Hartnäckigkeit, wie in Österreich hatte Bruder Petrus hier nicht gefunden, da hat er in Steier sein Tribunal aufgeschlagen, und Hunderte auf den Scheiterhaufen geschickt. Hier war das nicht nöthig gewesen, es ist nirgends von Widerspruch die Rede.

Allein, ob sie deshalb nun auch wirklich gläubige Katholiken geworden sind, das haben wir allen Grund zu bezweifeln, und es scheint vielmehr, dass eine Verabredung stattgefunden hatte, durch einen Eid, den sie als unverbindlich betrachten mochten, dem Sturme auszuweichen.

Wir finden nämlich in derselben Handschrift auch die Acten einer späteren Inquisition vom Jahre 1458, ganz in denselben Ortschaften, in der Neumark und in Angermünde. Wir finden da die bekannten Lehren der Waldenser wieder, und wieder heisst es, dass sie von ihren Voreltern her diesen Glauben haben. Aber eine bedeutende Veränderung ist eingetreten; häretische Bischöfe in Böhmen, von einer Secte, welche sie die treuen Brüder nennen — es sind die bekannten böhmischen Brüder — weihen ihnen in Sadska ihre Lehrer, welche jetzt den regelmässigen Gang als Subdiakone, Diakone und Priester durchmachen, und in der Heimath sesshaft neue Schüler gewinnen. Doch ist ausserdem auch von regelmässiger Visitation durch Priester aus Böhmen die Rede. Sie feiern, was früher nicht vorkam, die Messe in deutscher Sprache und reichen die Communion unter beiderlei Gestalt, sie verehren Wiclef, Hus, Hieronymus, kurz sie sind Hussiten geworden. Der Schneider Matthäus Hagen in Selchow ist als ein solcher Priester erkannt worden, und nebst drei Jüngern angeklagt. Von den Diöcesanrechten des Kamminer Bischofs ist hier gar nicht mehr die Rede; auf Befehl des eifrig altgläubigen Kurfürsten Friedrich's II. werden die Angeklagten nach Berlin gebracht, und hier, da kein päbstlicher Inquisitor vorhanden ist, vom Bischof Stephan von Brandenburg die Untersuchung geführt. Dieser ersucht zunächst den Fürsten und die Bürgermeister von Berlin, die angeklagten vier Personen in Haft und Verwahrung zu nehmen, was auch geschieht, am 21. April. Am Tage darauf ernennt der Bischof, da er wegen seiner Leibesschwachheit — er starb im folgenden Jahre — nicht persönlich anwesend sein könne (was aber dann doch der Fall war), den Doctor und Professor der Theologie Johannes Canneman zu seinem Stellvertreter, und erliess — er war ein sehr gelehrter Herr — ein wohlstilisirtes Mandat über die Verderblichkeit der Ketzerei und die Nothwendigkeit sie auszurotten, im Bischofshof zu Berlin, seiner gewöhnlichen Residenz.

Noch an demselben Tage wurde Matthäus Hagen in der Burg zu Köln an der Spree dem Bischof und Canneman vorgeführt, in Gegenwart des Kurfürsten, des Abtes von Lehnin und anderer Personen. Er bekannte sofort, dass er zum Priester geweiht sei durch einen Friedrich Ryss, der in der Secte der treuen Brüder Bischof heisse, habe von ihm auch die Weihen zum Subdiaconus und Diaconus erhalten, in Gegenwart eines zweiten Bischofs derselben Secte, mit Namen Nicolaus, ohne priesterliche Gewänder und ohne die sonst gebräuchlichen Feierlichkeiten, Abends, in einem Hause in Sadska in Böhmen, durch Auflegung der Hände, ausserhalb der gesetzlichen Zeit.

Er erklärte ferner, dass er sich dadurch berechtigt glaube, die Eucharistie zu bereiten, Messen in gewöhnlicher deutscher Sprache und in Laienkleidung zu feiern, Beichte zu hören und das Abendmahl in beiderlei Gestalt zu reichen; das habe er hier zu Lande oft gethan in Häusern, Stuben und Schlupfwinkeln, zur Zeit der Dämmerung. Die Communion unter beiderlei Gestalt hielt er für nothwendig zum Seelenheil; auf die Frage nach der Gewalt der Kirche und des Pabstes antwortete er nur: 'Das lass ich syn als es ist'. Wegen der Ordnungen seiner Secte, die von der Römischen Kirche verschieden sei, bezog er sich auf seine Bücher. Beichte lege er nur seinem Oberen ab, nämlich dem vorgenannten Bischof; die Horen bete er nicht. Vom Ablass, der scheffelweise verkauft werde, hielt er nichts. Von Wiclef, Johann Hus und Hieronymus hoffte er, dass sie sich der Seligkeit erfreuten. Ausgesandt sei er von seinem Bischof Friedrich Ryss, um hier die vier Evangelien zu verkündigen so wie die Apostel von Christus, als er zu ihnen sprach: 'Gehet aus in alle Welt' u. s. w.

Dieser Friedrich Ryss ist eine sehr bekannte Persönlichkeit: er wird gewöhnlich Friedrich Reiser genannt und wurde in demselben Jahre 1458 in Strassburg verbrannt.

Da Matthäus Hagen sich weigerte zu widerrufen, wurde er nach eindringlicher Ermahnung ins Gefängniss zurückgeführt.

Johann Grentz aus Czellin sagte aus, dass er von seinem Vater dem Matthäus Hagen in die Lehre gegeben sei, um das Alphabet zu lernen, und ihm ministrirt, ihn auf seinen Wanderungen begleitet habe, und da werden nun die aus den vorigen Verhören bekannten Dörfer genannt, wo er überall gepredigt und Messe gelesen hatte. Ferner sagt er, dass ihm von seinen Eltern verboten sei, 'truwen' zu sagen und bei Gott zu schwören. Ihm folgt Johann Goriss, Schulze in Klein-Zehden, welcher Matthäus Hagen beherbergt hatte vom Sonntag bis zum Freitag, an welchem sie verhaftet wurden. Im Glauben erklärt er völlig mit jenen beiden übereinzustimmen. Diesen Glauben habe er von seinen Vätern; auch seien sie schon in

den früheren Jahren häufig von Priestern derselben Secte aufgesucht und hätten von ihnen die Communion erhalten. Georg Bomherr endlich sagt aus, dass er mit seinem Meister in Böhmen gewesen sei, und in Mohrin, welches ebenfalls aus den früheren Acten bekannt ist, von ihm die Communion erhalten habe.

Am folgenden Sonntag und Montag werden die Angeklagten wieder vorgeführt und zum Widerruf ermahnt, wozu die drei Jünger sich auch verstehen; Matthäus Hagen aber bleibt fest und standhaft.

Darauf wird denn am Donnerstag den 27. April das Urtheil verkündigt, auf dem neuen Markt zu Berlin, vor der Marienkirche. In feierlichem Aufzuge erschienen nach den Kirchenfahnen und dem Crucifix die Angeklagten, dann die Mönche der beiden Klöster der Franciscaner und Dominicaner, die Weltpriester, darauf der Bischof mit Stab und Mitra. Johannes Canneman hielt eine Rede in deutscher Sprache, worauf die Aussagen verlesen und die Irrthümer in den Artikeln nachgewiesen wurden. Hagen blieb auch jetzt unerschütterlich, und so wurde denn das Urtheil verlesen, durch welches er dem weltlichen Arm übergeben wird, jedoch mit inständiger Fürbitte, milde mit ihm zu verfahren ohne Blutvergiessen und Todesgefahr. Das sind jedoch nur die üblichen Phrasen, durch welche die Kirche ihre Milde an den Tag legt; sie sind nicht ernsthaft gemeint, und in den folgenden Schriftstücken wird Matthäus Hagen ganz einfach als zum Tode verdammt bezeichnet. Er wird schwerlich dem Feuertode entgangen sein, allein ein solches Ereigniss war damals so wenig ungewöhnlich, dass sich keine Kunde davon erhalten hat.

Die reuigen Mitschuldigen des Matthäus Hagen erhielten mit Kreuzen bezeichnete Kleider, und weitere Busse wurde vorbehalten.

Hiermit war aber die Sache noch keineswegs beendigt. Ein weiteres Protokoll zeigt uns eine neue Verhandlung, welche Johannes Canneman am 28. Juni 1458 zu Angermünde mit den Bauern von Kerkow und Klein-Zehden vornahm, welche auch schon in den früheren Verhören häufig vorkommen, und jetzt wieder als Ketzer angezeigt waren: von irgend einer früheren Inquisition ist jedoch in dem Verhör nicht die Rede. Nach anfänglichen Versuchen zu leugnen bekennt sich eine ansehnliche Menge mit Weibern und Kindern als Anhänger der Secte; es scheint ein wahrer Eifer einzutreten, nicht zurückzubleiben. Sie haben die Predigten des Matthäus Hagen angehört und von ihm die Communion erhalten; auch werden einige der uns schon bekannten Lehrsätze erwähnt. Der Ausgang ist wieder derselbe; so wenig ihr Auftreten eine wirkliche Sinnesänderung vermuthen lässt, ebenso wenig haben sie doch auch jetzt Lust zum Feuertode. Sie leisten den verlangten Eid und nehmen die Kirchenstrafe auf sich.

Ob die Inquisition noch weiter ausgedehnt ist auf alle jene Dörfer, die wiederum genannt waren, erfahren wir nicht. Vielleicht unterblieb es, weil man sich doch keinen Erfolg davon versprechen konnte. Was sollte man anfangen mit allen diesen Bauern, welche der Gefahr gegenüber willig nachgaben, von denen aber eine wirkliche Sinnesänderung nicht zu erwarten war, während sie doch zugleich allem Anschein nach die harmlosesten Leute waren, von ungewöhnlich strengem und sittlichem Lebenswandel, und keinerlei Störung veranlassten, wenn man sie nur in Ruhe liess.

Der Kurfürst und der Bischof waren freilich sehr ernstlich und eifrig dem Kirchenglauben ergeben; sie meinten es ernstlich mit der Reform des Klerus, der Abstellung von Missbräuchen aller Art. Ohne Zweifel verfuhren sie nach bestem Wissen und Gewissen, und nach dem bestehenden Recht konnten sie auch nicht anders verfahren.

Ausgegeben am 28. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

28. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Hirschfeld las Beiträge zur Geschichte der Narbonensischen Provinz.

2. Vorgelegt wurde ferner der Bericht des Hrn. Moritz über seine Bereisung Syriens.

Ausgegeben am 4. Februar.

1886.
VI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

28. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Munk las die Fortsetzung der Mittheilungen über die centralen Organe für das Sehen und Hören bei den Wirbelthieren.

Die Mittheilung wird nach Herstellung der dazu gehörigen Tafel in einem der nächsten Stücke erscheinen.

2. Hr. Schwendener legte eine Mittheilung von Hrn. Dr. Georg Volkens hierselbst vor, unter dem Titel: Zur Flora der aegyptisch-arabischen Wüste.

3. Hr. Kronecker legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Weingarten vor: Über die unendlich kleinen Deformationen einer biegsamen und unausdehnbaren Fläche.

4. Hr. Waldeyer legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. D. Biondi aus Neapel vor: Über die embryonale Bildung des Gesichtes und die Lippen-Kiefer-Gaumenspalte.

Die Mittheilungen 2—4 folgen umstehend.

Zur Flora der aegyptisch-arabischen Wüste.

Eine vorläufige Skizze.

Von Dr. Georg Volkens.

Die Municficenz der hohen Akademie der Wissenschaften ermöglichte es mir, vom Herbst 1884 bis zum Hochsommer vergangenen Jahres in Aegypten zu weilen. Die wissenschaftlichen Ergebnisse dieses Aufenthalts gedenke ich in einer grösseren Arbeit, einer »Flora der aegyptisch-arabischen Wüste«, zusammenzufassen. Solche wird sich von den Floren, wie sie bisher von Systematikern geschrieben wurden, sehr wesentlich unterscheiden. Sie soll sich nicht damit begnügen, zu constatiren, welche Pflanzen dem bezüglichen Gebiete zukommen, sie soll einen Schritt weiter gehen und den Gründen nachspüren, warum gerade diese und nicht andere Formen die Vegetation der Wüste zusammensetzen. Die bisherige Floristik stellt sich, abgesehen von ihrer Beziehung zur Pflanzengeographie, vollkommen in den Dienst der Systematik. Diese wiederum geht einseitig vor, sie spricht zwar immer von Gewächsen, von Gattungen und Arten, giebt uns aber von deren Gesammtorganismus neben einer Schilderung von dem äusseren Ansehen der Vegetationsorgane im wesentlichen weiter nichts, als eine Morphologie der Geschlechtswerkzeuge. Der innere Bau des eigentlichen Pflanzenleibes bleibt unberücksichtigt. Diese einseitige Betrachtung hat den praktischen Werth, dass sie ein leichtes Mittel an die Hand giebt, in künstlicher Weise die mannigfaltigen Pflanzenformen zu sogenannten natürlichen Gruppen zusammenzufassen, sie hat den Mangel, dass sie gleichsam nur eine Synthese gestattet, uns in den meisten Fällen keine Aufklärung darüber zu bieten vermag, wie aus dem Einen das Viele hervorging. Um dahin zu gelangen, giebt es meiner Auffassung nach nur ein Mittel. Wir müssen neben der schon vorhandenen vergleichend-morphologischen Betrachtungsweise der Gewächse auch der anatomisch-physiologischen Raum in der Systematik wie Floristik gewähren. — Jedes Pflanzenindividuum, welches uns in der Natur begegnet, ist nicht nur bezüglich seiner verwandtschaftlichen Stellung zu anderen Gewächsen zu prüfen,

es gilt daneben und ausser den Blüthencharakteren, in denen sich ja vielfach nur ein bestimmtes Verhältniss zur Insectenwelt wiederspiegelt, auch den vegetativen Aufbau, speciell in seiner Abhängigkeit von äusseren Einflüssen nach Möglichkeit zu ergründen. Wir wissen, dass Licht und Wärme den assimilirenden und transpirirenden Organen in Form und Bau so gut ihren Stempel aufdrücken wie die physikalische und chemische Natur des Bodens den absorbirenden. Jede Pflanze erscheint uns darum als ein Product ihrer Umgebung und unter allen Eigenthümlichkeiten, die sie »ererbt von ihren Vätern hat«, interessiren uns die in hervorragendem Maasse, in welchen die jeweilige Besonderheit des Standorts zum Ausdruck gelangt.

Die Flora eines bestimmten Gebiets in dem Sinne, wie sie mir vorschwebt, wird, von den einzelnen Pflanzenformen als etwas Gegebenem ausgehend, zuvörderst die Factoren zu prüfen haben, welche nach unseren bisherigen Erfahrungen gestaltend auf einen vegetativen Organismus einwirken. Hat ein genaues Studium der klimatischen und Bodenverhältnisse diese Vorbedingung erfüllt, so geht sie dazu über, die vorhandenen Beziehungen zwischen ihnen und dem Entwicklungsgange der einzelnen Formen, ihren morphologischen und anatomischen Merkmalen aufzudecken. Ein Schlusscapitel, in dem Blüthe und Frucht am naturgemässesten zu ihrem Rechte kommen, hat die Anpassung der Florenvertreter an die Lebewelt zum Gegenstand der Darstellung zu nehmen. — Bei einer solchen Auffassung von dem Wesen einer »Flora« verlieren die bisherigen Floren nichts von ihrer Bedeutung, ihr Werth bleibt, da sie die Vocabeln liefern, welche zu einem Erlernen und Verstehen der Sprache der Natur unerlässlich sind.

Ich habe geglaubt, vorstehende Bemerkungen vorausschicken zu müssen, weil sich aus ihnen das Ziel ergiebt, dem ich während meines Aufenthalts in der aegyptisch-arabischen Wüste zustrebte. Im Folgenden gebe ich nur eine vorläufige Mittheilung, greife Einzelnes aus den gewonnenen Resultaten heraus.

§. 1.

Charakter der Wüste.

Die aegyptisch-arabische Wüste ist nicht, wie sie in unserer Vorstellung lebt, ein endloses Sandmeer. Terrassenartig vom Nilthal emporsteigend zeigt sie sich uns als ein chaotisches Gewirr von Bergen und Felsmassen, von tiefeingeschnittenen Schluchten und Thälern, die,

einem vielfach verzweigten Stromnetz vergleichbar, sich spaltend und wieder vereinigend, überall seitliche Ausläufer bildend, der Landschaft den Stempel einer wilden Zerrissenheit aufdrücken. Nirgends eröffnen sich dem Blick weitere Ebenen, nirgends unterbrechen freundliche Oasen die starre Öde. Hügel an Hügel, so weit man sieht, Berg an Berg. Hier glaubt das Auge in senkrecht sich aufthürmenden Felswänden gigantische Schanzen zu erkennen, dort bietet sich ihm in einem isolirten Kegel das Bild eines gothischen Doms, der mit tausend Zacken und Spitzen kühn zum Himmel strebt. Bleischwer lastet die Sonne über dem Ganzen, blendende Lichtfülle giesst sie aus, die Luft erzittert unter ihren glühenden Strahlen. — Wir erklimmen einen höheren Gipfel und schauen hinab in das wogende Hügelmeer. Nacktes, todtes Gestein ringsum, kein Baum wiegt sich im Winde, ein Kirchhof der Natur liegt vor uns ausgebreitet. Und doch sprosst auch auf ihm das Leben. Grössere Thäler, die sich in Schlangenwindungen zu unseren Füssen dahinziehen, zeigen sich auf ihrer Sohle grün gesäumt. Wir steigen hernieder und erkennen in dem grünen Saum die Vegetation der Wüste.

Dort, wo sich Pflanzen in den Wadis vorfinden, bilden sie niemals, wie wir es von der Flora unserer Wälder und Wiesen gewohnt sind, einen gleichmässigen Teppich. Hier erhebt sich ein Busch, einen Schritt weiter, durch kantige Steinblöcke getrennt, ein zweiter und dritter und nur an den Rändern der mit Sand und Geröll erfüllten Thalsohle, da wo die meist senkrecht aufsteigenden Felswände Morgens und Abends einen flüchtigen Schattenstreifen werfen, schliessen die einzelnen Individuen zu einer Art fortlaufenden Hecke an einander. Diese gleicht nun freilich nicht der unserer Ziergärten. Im regellosen Wechsel setzt sie sich aus den mannigfaltigsten Pflanzenformen zusammen und nur selten finden wir dieselbe Species zu grösseren Gruppen vereinigt. Ein *Nitraria*-Strauch verflicht sich mit einem *Lycium* und halbmannshohe Büsche von *Panicum* oder *Pennisetum* stellen die Verbindung her mit einem nächsten grösseren Haufwerk, das im wirren Durcheinander aus *Deverra*, *Astragalus* und *Zilla* besteht. Ähnlich ist es in der Mitte der Thalsohle, wo die Individuen vereinzelt stehen. Mit demselben Blick überschaut man hier eine *Farsetia*, dort ein *Gymnocarpum*, umstellt von *Reaumuria*, *Iphiona*, *Echinops* und *Zygophyllum*. Trotz dieser grossen Variabilität, die sich überall auf kleinem Raum entfaltet, weichen doch die einzelnen grösseren Thäler bezüglich des Gesammteindrucks, den ihre Vegetation hervorruft, oft erheblich und insofern von einander ab, als hier oder da eine bestimmte Pflanze in so überwiegender Zahl auftritt, dass dem ganzen Landschaftsbilde dadurch ein besonderer Charakter aufgeprägt wird. Bei der grossen

Einförmigkeit, die der Wüste trotz ihrer Gebirgsnatur anhaftet, und bei dem Mangel bewohnter Stätten kann es daher nicht Wunder nehmen, wenn wir auf geographischen Specialkarten die herrschende Pflanzenspecies eines Thals gradezu zu seiner Benennung herangezogen finden.

§. 2.

Der Wechsel der Jahreszeiten in Beziehung zur Vegetation.

Für die Pflanzenwelt der Wüste giebt es im Grossen und Ganzen nur einen Gegensatz zwischen der Regenzeit, die zumeist in den Februar und März fällt, und der ganzen übrigen trockenen Periode des Jahres. Wenn auch die erheblichen Thaufälle während des Herbstes und Winters einige Keimpflanzen emporschiessen lassen, an diesem oder jenem bis zur Wurzel abgestorbenen Stock einige frische Triebe mit Blättern, wohl auch Blüthen entwickeln, so wird doch dadurch fast nichts an dem Bilde geändert, welches die Vegetation während des grössten Theiles des Jahres darbietet. Anders im Frühjahr. Kaum sind Ende Januar, nachdem dichte Nebel den Eintritt der Regenzeit schon im voraus angekündigt haben, die ersten Tropfen gefallen, so bedecken sich zahlreiche Sträucher *(Gymnocarpum, Menispermum, Astragalus)*, die ganz oder fast blattlos dastanden, mit neuem Laube, allenthalben entspriessen die jungen Pflänzchen der einjährigen Gewächse dem Boden und verbreiten so selbst über die dürrsten Abhänge und Hochflächen, über die kahlsten Sandstellen, einem flüchtigen Hauche vergleichbar, den Schimmer zarten Grüns. In überraschend kurzer Zeit treten aus den Basaltheilen knorriger Strünke *(Cornulacca, Calligonum, Deverra, Farsetia)*, in denen man alles Leben erstorben glaubte, Blätter oder frische Triebe hervor und bald verkündet eine Fülle von Blüthen, die manche Sträucher *(Zilla)* zu Riesenbouquets gestaltet, dass die Wüstenvegetation auf der Höhe ihrer Entwicklung steht. Von da ab, schon Anfang Mai, verschwindet der frische Eindruck, den die Frühlingsregen hervorgezaubert. Unter der steigenden Hitze, die immer tieferen Schichten der Erdoberfläche das lebenspendende Nass entzieht, verdorrt das Gros der Einjährigen und was von den jungen Keimlingen der Mehrjährigen übrig bleibt, das sind von tausend Individuen, die aufgegangen, vielleicht nur zwei oder drei, solche, die infolge der Eigenart ihres Standorts besondere Kräftigkeit bezüglich des Wurzelsystems erlangt haben. Die Höhen und Abhänge erscheinen jetzt wieder in ihrem starren, schmutzigen Braun, ein Chamsin erfolgt und auch das Grün der Thäler wird

matter und matter, immer mehr Gewächse von denen, welche den Sommer zu überdauern bestimmt sind, verwandeln sich nach dem Vertrocknen ihrer Blätter und Zweigspitzen in dürre, holzige, meist dornige Büsche oder gewinnen durch Wachs- und Haarbedeckung ein todtes, bleigraues Ansehen.

Eine Besonderheit der Wüstenflora, welche in directer Beziehung zum Klima steht, zeigt sich darin, dass die einzelnen Arten sich nicht in so bestimmter Weise, wie es bei uns möglich ist, in ein-, zwei- und mehrjährige gliedern lassen. Obgleich es viele giebt, einerseits von solchen, die nur während und vielleicht noch wenige Wochen nach den letzten Regenfällen des Frühjahrs ein ephemeres Dasein führen (*Savignya*, *Polycarpon*, *Malva*, *Trigonella*, *Gymnarrhena*, *Ifloga*, *Picridium*, *Rumex*), und andererseits von solchen, die eine unbeschränkte Vegetationsdauer haben (*Menispermum*, *Capparis*, *Ochradenus*, *Tamarix*, *Nitraria*, *Retama*, *Acacia*, *Lycium*, *Halogeton* u. s. w.), so ist doch auch eine grosse Zahl vorhanden, die bezüglich ihrer Persistenz individuellen Schwankungen unterliegen. *Heliotropium undulatum*, um ein Beispiel anzuführen, stirbt in der Mehrzahl der Exemplare nach der Blüthen- und Fruchtreife völlig ab. Nur einige wenige, deren Wurzeln tief genug in den Boden gedrungen sind, haben unterirdisch in der Nähe des Wurzelhalses Sprosse getrieben, die, kurz und unentwickelt bleibend, in ihrer Gesammtheit korallenartige Excrescenzen darstellen. Diese verharren im Ruhezustand die ganze trockene Periode hindurch und erst, wenn der Boden wieder durchfeuchtet ist, schiessen sie schnell und rasch unter Entfaltung von Blättern hervor. Ähnliche Verhältnisse walten bei vielen anderen Arten ob (*Centaurea aegyptiaca*, *Deverra triradiata*, *Caylusea canescens*, *Tribulus alatus*, *Gypsophila Rokejeka*) und sie sind gewiss mit ein Grund, dass nach den ersten Regenfällen, oft fast über Nacht, da eine reiche Vegetation entsteht, wo wir vorher nichts als eine Fläche mit Geröll durchsetzten Wüstensandes erblickten.

§. 3.

Ephemere Wüstenpflanzen. Absorption des Bodenwassers seitens der Wurzeln.

Salz, Hitze und Wassermangel nennt Schweinfurth mit Recht die Elemente der Wüste. Alle anderen Factoren, die sonst noch in ihr gestaltend auf das Pflanzenleben einwirken könnten, treten hinter diesen völlig zurück. Die Bedeutung des Salzgehaltes im Boden lassen

wir hier ausser Acht und wenden uns denjenigen Eigenthümlichkeiten in der Organisation der Wüstenpflanzen zu, welche mit der Hitze und Trockenheit des Standorts in Beziehung stehen. Wir vermissen solche bei all denen, deren Dauer auf die Regenzeit beschränkt ist. Sie haben gut entwickelte Blätter von zartem Bau, bleiben saftig, krautig; ihre Wurzeln dringen nicht tiefer in den Boden, als die der Wald- und Wiesenpflanzen regenreicherer Zonen. Wenn wir bei ihnen von einer Anpassung an Klima und Standort reden wollen, so besteht sie eben darin, dass die ganze Entwickelungsperiode von der Keimung bis zur Fruchtreife ungemein beschleunigt ist, sich innerhalb der wenigen Wochen abspielt, wo die Hitze mässig bleibt und auch die oberflächlichen Erdschichten noch genügende Feuchtigkeit bergen. Als Beispiele führe ich an *Anastatica hierochuntica*, *Silene linearis*, *Robbairea prostrata*, *Herniaria hemistemon*, *Erodium pulverulentum*, *Trigonella stellata*, *Medicago Aschersoniana*, *Gymnarrhena micrantha*, *Ifloga spicata*, *Senecio coronopifolia*, *Calendula aegyptiaca*, *Picridium Tingitanum*, *Linaria Haelava*, *Rumex vesicarius*, *Parietaria alsinefolia*, *Stipa tortilis*. — Mutatis mutandis möchte ich zu diesen auch eine kleine Gruppe rechnen, deren oberirdische Vegetationsorgane ebenfalls nicht der steigenden Hitze zu widerstehen vermögen, ich meine die Zwiebelgewächse. Wenn man solche im Allgemeinen auch als perennirende bezeichnet, so ist es doch im Grunde genommen hier wie bei dem aus Samen hervorgehenden Keimling immer ein neues Individuum, welches im zweiten Jahr die Mutterpflanze wiederholt. Für unsere Betrachtung unterscheidet sich die junge Zwiebel vom Samen nur dadurch, dass sie nicht nur die gewöhnlich als Reservestoffe bezeichneten Kohlehydrate und Stickstoffverbindungen mit auf den Weg erhält, sondern dazu noch erhebliche Mengen von Wasser resp. solches ersetzenden Schleim. Den Zwiebelgewächsen wird dadurch eine längere Entwickelungsperiode gesichert, ihr Wasservorrath giebt ihnen die Möglichkeit zur Blattbildung zu schreiten, noch bevor die ersten Regen gefallen. — Die Speicherung des Wassers findet entweder in allen Zellen saftiger Zwiebelschuppen (*Urginea*) resp. einer einzigen zu einem soliden, kugligen Körper gewordenen Zwiebelschale statt (*Allium Crameri*), oder es ist besonderen Saftschläuchen, die zwischen stärkeführenden Elementen verstreut sind, diese Function allein übertragen (*Pancratium*, *Uropetalum*).

Die einjährigen Gewächse, welche zur Samenreife eine längere Periode nöthig haben, vor allem aber alle die, welche zu übersommern vermögen, bedürfen bei der absoluten viele Monate währenden Regenlosigkeit, besonderer Mittel, einerseits um des für alle Lebensprocesse nothwendigen Wassers überhaupt habhaft zu werden, andererseits um es so zu verwenden, dass es den vorzugsweise die Erhaltung der

Existenz bedingenden Elementen, den Assimilationszellen, auch in erster Linie zu Gute kommt.

Für die Absorption steht den Wüstenpflanzen einmal das Nass zu Gebote, welches das während der Regenzeit einsickernde Wasser im Boden zurücklässt, dann die in der Atmosphäre dampfförmig enthaltene Feuchtigkeit, die sich unter Umständen als Thau auf den oberirdischen Organen niederschlägt. — Das Regenwasser sinkt naturgemäss sowohl in dem lockeren Schwemmsande der Thalsohlen, als auf den welligen Flächen der »Sand- und Kieselwüste« immer tiefer, bis es auf undurchlässige Schichten gelangt. Liegen diese weit genug unter der Oberfläche, so kann sich hier trotz der enormen Hitze, die im Sommer und zur Mittagszeit den Boden in seinen äussersten Lagen auf 50 und 60° C. erwärmt, dennoch so viel Feuchtigkeit der Verdunstung entziehen, als eben genügt, um die auf ein Minimum herabgesetzten Bedürfnisse der Vegetation zu decken. Freilich müssen sich die Pflanzen diesen Verhältnissen anbequemen. Sie thun es, indem sie ungemein lange, senkrecht in den Boden hinabsteigende Wurzeln entwickeln. Keimpflanzen von *Monsonia nivea*, eine meist einjährige Art, die indessen bis in den Juli hinein auszudauern vermag, hatten schon Ende Januar, wo sie aus einer kaum nagelgrossen Rosette von drei bis vier Blättchen bestanden, Wurzeln von über einem halben Meter Länge. So oft ich es auch versuchte, ältere Büsche perennirender Gewächse bis zum Wurzelende auszugraben, ist mir das doch niemals gelungen. Was ich zumeist nur zu constatiren vermochte, war, dass die Wurzel in ein bis zwei Meter Tiefe dünner geworden als oben. Ein kaum handhohes Exemplar von *Calligonum comosum* hatte eine oben daumstarke Wurzel, $1\frac{1}{2}$ Meter weiter unten war sie noch von der Dicke eines kleinen Fingers, und so kann man getrost annehmen, dass hier die Länge der unterirdischen Theile die der oberirdischen um das zwanzigfache übertraf. Ein ähnliches Verhältniss zeigen viele andere, nach einer Mittheilung, die ich Hrn. Prof. Schweinfurth verdanke, speciell auch die Akazien. Bei Gelegenheit der Ausgrabung des Suezkanals fand man auf dessen Sohle Wurzeln, die zu hoch oben auf seitwärts gelegenen Höhen wachsenden Bäumen gehörten. Eine weit verbreitete Wüstenpflanze, die Coloquinthe, verdankt der enormen Länge der Wurzeln ganz allein die Ermöglichung ihrer Existenz. Sie steht unter den ausdauernden fast einzig da, hat grosse zarte Blätter ohne jederlei Schutzmittel gegen Transpirationsverluste, abgerissene Zweige welken innerhalb 5 Minuten, und dennoch vegetirt sie ungeschädigt den ganzen Sommer hindurch.

Eine Eigenthümlichkeit des Wurzelsystems tritt uns bei manchen Erodien entgegen. Wir finden hier die Wurzeln streckenweis ange-

schwollen, bald zu kartoffelartigen *(E. hirtum)*, bald zu finger- *(E. Hussoni)*, bald zu langspindelförmigen Knollen (*E. glaucophyllum)*. Diese Gebilde, die gegen Verdunstung durch einen starken, vielschichtigen Korkmantel geschützt sind, entstehen an Stellen, wo die Configuration des Bodens es gestattet, dadurch, dass die dünnwandigen, parenchymatischen Elemente der Rinde lokal eine ausserordentliche Vermehrung erfahren. Ihrer physiologischen Bedeutung nach sind es zwischen den absorbirenden und transpirirenden Theilen eingeschaltete Speicherorgane für Wasser. Allerdings fand ich zu Anfang des Winters auch Stärke in ihnen abgelagert, aber doch nur in unbedeutender Menge und in unmittelbarer Umgebung des Axencylinders. Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir annehmen, dass sie einen Theil des Wassers hergeben, welchen die bis weit in den Sommer hinein persistirenden Blätter zur Herstellung ihres während der Tagesstunden sinkenden Turgors nöthig haben.

§. 4.

Absorption von Luftfeuchtigkeit und Thau seitens oberirdischer Organe.

Die Frage, ob Pflanzen von dem auf oberirdischen Organen niedergeschlagenen Wasser Nutzen ziehen, ist vielfach ventilirt worden. Ich gehe hier nicht näher darauf ein, sondern schildere — zunächst an einem Beispiel — einfach Thatbestände, die mir entgegengetreten sind.

Reaumuria hirtella ist ein 2—3′ hoher Strauch, der in allen Wadis verbreitet ist. Er findet sich in Felsspalten und Löchern an Stellen, wo es an und für sich unwahrscheinlich ist, dass den Wurzeln auch nur während sechs Monaten im Jahre das zur Ernährung und Transpiration nothwendige Wasser im ausreichenden Maasse zu Gebote stünde. Nach den ersten Regenfällen des Frühjahrs entstehen an älteren Zweigen durch schnelles Emporschiessen frische lange Triebe, an denen sich im Sommer. Ende Mai, Anfang Juni, die Blüthen entwickeln. Die Blätter an ihnen stehen schräg aufwärts, dicht gedrängt, in Reihen, sind ungestielt, schmal, $^1/_2{}^{cm}$ lang. Aus ihren Achseln brechen Seitenzweige hervor, die kurz und deren Blätter viel kleiner bleiben, als die am Hauptspross. Letztere verdorren, erstere bleiben den ganzen Sommer und Winter über erhalten, so dass *Reaumuria*, freilich in einem anderen Sinne als dem gewöhnlichen, zu den immergrünen Gewächsen zu zählen ist. — Was nun der Pflanze die Möglichkeit giebt, die lange Periode absoluten Regenmangels zu überstehen, ist die Ausscheidung eines stark hygroskopischen Körpers. Alle Exem-

plare, in hervorragendem Maasse aber die, welche aus Spalten des nackten Gesteins hervorbrechen, sind über und über mit einer körnigen, weisslichen Salzmasse bedeckt, die sich bei näherer Prüfung auf sämmtlichen Blättern als ein Überzug erkennen lässt, auf dem Concremente würfelförmiger Krystalle bis zur Grösse eines Stecknadelknopfs unregelmässig zerstreut sind. Die Beobachtung im Freien genügt, um über die Entstehung dieses schwach bitterlich schmeckenden Salzes in's Klare zu kommen. Betrachtet man im Frühjahr Stöcke mit frischen Sprossen am Abend eines regnerischen Tages, so erscheinen sie sämmtlich lebhaft grün, jede Spur der Bedeckung ist aufgelöst und weggespült. Wir schauen uns dieselben Stöcke am nächsten Morgen an, noch bevor die Sonne einen höheren Stand erreicht hat. Wir finden auf allen Blättern, in ungefähr gleichen Abständen gruppirt, minime Wassertröpfchen. Die Sonne steigt, mit ihr die Verdunstung, die Tröpfchen verschwinden und an ihrer Stelle erscheinen weisse Krystallconglomerate. Eine mikroskopische Prüfung lehrt, dass sie sich ausnahmslos über eingesenkten Oberhautdrüsen vorfinden, also ein Product der Function dieser sind. Es folge eine längere regenfreie Zeit. Wir sehen, wie sich scheinbar immer dasselbe Spiel wiederholt. In der Nacht und noch am Morgen sind die Pflanzen hellgrün, mit Wassertropfen besät, am Tage erscheinen sie mit einem grauweisslichen Überzuge, der sich leicht mit der Hand als grobes Pulver abstreifen lässt. Was uns auffällt, ist, dass die secernirten Salzmengen innerhalb einer begrenzten Zeitdauer entschieden zunehmen, und dass gleichzeitig damit die Regelmässigkeit der Auflagerung insofern schwindet, als die grösseren Concremente betreffs ihrer Placirung in keiner Beziehung mehr zu den Oberhautdrüsen zu stehen scheinen. Der Grund für die letztere Thatsache ist leicht einzusehen; einzelne Tröpfchen fliessen eben während der Nacht zu grösseren zusammen, und vielfach werden die Blätter in ihrer ganzen Fläche von der Lösung benetzt. So kommt es, dass die nach dem Verschwinden der Tropfen zurückbleibenden Salzmengen später theils als zusammenhängende Decke, theils in Form von Krystallmassen auftreten, deren Vertheilung von Zufälligkeiten abhängt.

Nicht so leicht als die Entstehung der Ablagerungen vermag man deren Bedeutung für das Leben der Pflanze sicher zu stellen. Soviel geht ebenfalls aus der einfachen Beobachtung hervor, dass Secretion von Salzlösung zur Nachtzeit, wo die Transpiration sich verringert, nur so lange statthat, als den Wurzeln genügendes Bodenwasser zur Verfügung steht. Dass dies für Stöcke besonders ungünstiger Standorte nur ein oder zwei Wochen nach dem letzten bedeutenden Regenguss der Fall ist, scheint nach meiner Überzeugung

schon darum sicher, weil nach dieser Zeit eine Vermehrung der Incrustationen nicht vor sich geht. Die Ausscheidung ist eben Folge eines starken Wurzeldrucks, hört mit diesem auf, und in der That vermag man Zweige, die von der völlig und ungemein leicht löslichen Salzauflagerung durch Abspülen befreit sind, nach dem Einstellen in Wasser und durch Einbringen in eine dampfgesättigte Atmosphäre nicht mehr zur Secretion zu bringen.

Wenn wir demnach während des Sommers in sehr vielen, während des Herbstes und Winters in allen Nächten die Reaumuriabüsche oft von Wasser förmlich triefend finden, in einer Umgebung, deren Signatur vollendete Dürre ist, so kann dieses Wasser kein von der Pflanze secernirtes sein, es muss aus der Atmosphäre herrühren, muss von den der Blattoberfläche anhaftenden Salzmassen, die losgelöst schon durch blosses Anhauchen leicht zum Zerfliessen gebracht werden, hygroskopisch niedergeschlagen sein. — Eine weitere Frage ist, ob dieses so gewonnene Wasser von der Pflanze wirklich verwerthet wird, ob es von den Blättern zur Wiederherstellung des gesunkenen Turgors innerhalb der parenchymatischen Elemente absorbirt und zur Deckung der Transpirationsverluste während der Tagesstunden etwa in besonderen Organen gespeichert wird. Auf beides deutet schon ein einfacher Versuch. Ich löste im November, später noch einmal im Mai zwei ungefähr gleiche Zweige, A und B, vom Stock, entfernte von B die Salzbedeckung durch Klopfen, Schütteln und vorsichtiges Schaben mit einer Nadel und legte beide ins Freie, doch so, dass sie vor der directen Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt waren. B zeigte sich schon am folgenden Mittag völlig vertrocknet, A blieb in dem einen Fall 14, im anderen 8 Tage frisch und lebend; es flossen ihm in jeder Nacht reichliche, noch in den ersten Morgenstunden als Tropfen anhaftende Wassermengen aus der Luft zu. Dass auch er, ebenso wie ganze aus dem Boden herausgerissene Exemplare, schliesslich zu Grunde ging, namentlich wenn man ihn am Tage directer Insolation preisgab, zeigt, dass auch für die Zeit des Regenmangels eine totale Unabhängigkeit von der Absorptionsthätigkeit der Wurzeln nicht vorhanden ist. Sie tritt indessen ganz hinter der zurück, welche die Blätter übernehmen und soviel können wir als feststehend annehmen, dass *Reaumuria* sich durch eine während und unmittelbar nach der Regenzeit erfolgende Ausscheidung eines hygroskopischen Salzgemischs die Möglichkeit schafft, in der folgenden langen Periode der Dürre, die in der Atmosphäre dampfförmig vorhandene Feuchtigkeit tropfbar flüssig niederzuschlagen und mit Hülfe der oberirdischen Organe für ihr Fortbestehen zu verwerthen.

Mit der oben geschehenen Erwähnung von Speichergeweben werden wir auf die Anatomie von Stamm und Blatt verwiesen. Das Blatt ist im Querschnitt von elliptischer Form. Unterhalb der Epidermis zieht sich ringsherum eine einfache Schicht schmaler, langgestreckter Pallisaden; das ganze Centrum, etwa ein Drittel der Blattdicke einnehmend, ist von einem farblosen Wassergewebe rundlich polygonaler Zellen ausgefüllt. Nur in diesem verlaufen die stärkeren Nerven, während die kleineren, nur aus wenigen Tracheïden mit ihren Scheiden bestehenden sich bis zur Basis der Pallisaden hin auszweigen. — Etwas näher in's Auge zu fassen ist die Epidermis. Sie besteht aus Zellen mit geraden Radialwänden, mit ziemlich stark verdickter und cuticularisirter Aussenwand, die in der Mitte gewöhnlich zu einer knopfartigen Papille ausgebuchtet ist. Die Papillen bewirken es, dass dünne Schuppen der aufgelagerten Salzdecke unter dem Mikroskop siebartig durchlöchert erscheinen. — Über der Cuticula breitet sich eine Wachsschicht aus. Dieselbe überzieht indessen nicht gleichmässig die ganze Oberfläche des Blattes. Abgesehen von den Schliesszellen der Spaltöffnungen, die herabgedrückt sind, bleibt auch die Aussenwand der Secretionsdrüsen, in den meisten Fällen daneben die ganze schalenartige Vertiefung, welche die der Drüse benachbarten Epidermiszellen herstellen, von dem Wachsüberzuge frei. An diesen Punkten kann also allein eine Secretion wie Absorption von Wasser statthaben. Die Salzdrüsen selbst, die über beide Blattseiten zerstreut sind, gleichen ungemein den Kalkdrüsen der Plumbagineen. Sie bestehen aus einem kugelförmigen Gebilde, das durch eine zur Aussenseite senkrechte und eine dazu parallele Wand in vier ungefähr gleich grosse Zellen getheilt wird. Alle Wände dieser bleiben ungemein dünn. Dem körnig protoplasmatischen, ein kernartiges Gebilde führenden Inhalt der Drüsenelemente muss man nach den Thatsachen einen Wechsel in seinen Permeabilitätsverhältnissen zuschreiben. Er muss, so lange bei genügender Durchfeuchtung des Bodens Secretion stattfindet, einer ganz oder fast concentrirten Salzlösung Durchtritt gewähren, später aber, wo die Absorption alleinige Function der Drüsen wird, nur reines Wasser von aussen nach innen passiren lassen. Ich wüsste nicht, wie man sonst die während der ganzen regenlosen Zeit constant gleichmässige Erhaltung der einmal abgelagerten Salzmengen auf den Blättern anders erklären sollte. — Den unteren beiden Drüsenzellen haften nach dem Blattinnern zu in ähnlicher Weise, wie ich es bei den Plumbagineen beschrieben, zwei besondere Nebenzellen an, die aus der Verschiebung und Herabdrückung von Epidermiszellen hervorgehen. An diese legen sich alle Pallisaden der Umgebung, die entfernteren durch Krümmung ihrer Spitzen, im Kreise

dicht an, so dass unter jeder Drüse ein gedrängtes Büschel, Saugigeln vergleichbar, zu hängen scheint. Von der Anatomie des Stammes interessirt hier nur die Ausbildung der gesammten primären Rinde zu einem farblosen, wasserspeichernden Gewebe. Die Elemente desselben bestehen aus langen, dünnwandigen Schläuchen, die indessen nur so lange functioniren, als sich Blätter am betreffenden Zweige vorfinden. Mit dem Abfall dieser tritt in einer auswärts vom Phloëm gelegenen Zone langgestreckter Zellen, die im Gegensatz zu denen des Speichergewebes keine Intercellularen zwischen sich lassen, energische Korkbildung ein.

Ich bin auf das biologische Verhalten von *Reaumuria* etwas näher eingegangen, weil mir in der Literatur ein Seitenstück dazu nicht bekannt ist. Für die Flora der Wüste ist dasselbe indessen kein vereinzelter Fall, denn die *Tamarix*-Arten (*T. articulata, mannifera)* schliessen sich in allen Punkten an, ebenso *Frankenia pulverulenta*. In wie weit auch *Statice pruinosa* und *Cressa cretica* hierher gehören, will ich später erörtern und nur erwähnen, dass auch bei ihnen die Ausscheidung eines hygroskopischen Salzes eine bedeutsame Rolle spielt.

Reaumuria und die sich gleich verhaltenden vermögen die atmosphärische Feuchtigkeit selber niederzuschlagen, eine andere Gruppe (*Diplotaxis*, *Plantago*, *Heliotropium)* kann dies nicht, nimmt aber den Thau, der nach meinen Erfahrungen keineswegs eine Seltenheit in der Wüste ist, direct durch die oberirdischen Organe in das Innere auf. *Diplotaxis Harra* möge als Beispiel dienen. Die Pflanze, die vom Herbst bis wieder in den Hochsommer hinein fast allenthalben blühend zu finden ist, zeigt auf beiden Seiten, vorzüglich an den Rändern der Blätter, die mitunter senkrecht, gewöhnlich schräg aufwärts stehen, einzellige, abstehende Haare, die fast ohne Lumen und auf der Aussenfläche mit längsgestreckten Knötchen besetzt sind. An der Basis gehen sie in ein kugelförmiges Fussstück über, das nach innen mit einer stark verdickten, aber siebartig getüpfelten Wand weit in das Mesophyll einspringt, nach aussen sich als Kuppe etwas über die benachbarten Epidermiszellen emporwölbt. Während letztere durchweg mit einer starken Wachsschicht bedeckt sind, ist die Kuppe nicht nur frei von dieser, sondern scheint auch in einer ringförmigen Zone der Cuticula zu ermangeln, welche sonst den übrigen in die Luft ragenden Theil des Haars als schwache Haut gleichmässig überzieht. Die verdickte Innenwand des Fussstücks, dessen schleimiger Inhalt sich durch ein grosses Lichtbrechungsvermögen auszeichnet, ist von pallisadenartig gestreckten, aber chlorophyllfreien Zellen umgeben. Nach meiner Überzeugung, die durch Beobachtung und Experimente

gestützt wird, sind die beschriebenen Haare als Absorptionsorgane für Wasser anzusehen. Die Thautropfen rinnen an ihnen hernieder, werden an der Basis, die im Gegensatz zur gesammten Blattfläche allein benetzbar ist, in das Innere aufgesogen, von den chlorophyllfreien Zellen in der Umgebung des Fussstücks gespeichert und den assimilirenden Elementen zugeführt.

Functionell diesen Haaren vollkommen verwandt sind zarte, fadendünne Wurzeln, die dicht unter dem Wurzelhalse nach jedem stärkeren Thaufall, nach dem geringsten Regenschauer in grosser Zahl und in unglaublich kurzer Zeit, im Laufe einer Nacht, hervorbrechen, ebenso schnell aber wieder verschwinden. Sie haben offenbar den Zweck, die geringe Feuchtigkeitsmenge zu verwerthen, welche in besagten Fällen auch den oberflächlichen Erdschichten zu Theil wird.

§. 5.

Schutzmittel gegen übermässige Transpiration.

Die Pflanzen der Wüste, die im Sommer ausharren, sind gegenüber denen anderer Erdstriche insofern in doppelt schlimmer Lage, als sich bei ihnen zu dem Wassermangel im Boden ein in Folge von Hitze und Trockenheit der Luft enorm gesteigerter Wasserverbrauch gesellt. Letzteren nach Möglichkeit einzuschränken, muss daher ihr Hauptbestreben sein. Das hervorragendste Mittel, welches sie zu diesem Zwecke anwenden, ist die Reducirung der Verdunstungsfläche. Da indessen hierauf schon vielfältig hingewiessen worden ist, beschränke ich mich auf die Anführung einiger Beispiele. Ganz blattlos ist *Retama, Tamarix* und *Anabasis articulata, Ephedra;* fast blattlos *Ochradenus, Farsetia, Calligonum, Polygonum, Panicum;* rudimentäre resp. durch Dornen vertretene Blätter zeigen *Tamarix mannifera, Fagonia Bruguieri, Iphiona, Traganum, Cornulacca;* verhältnissmässig wenige und kleine *Astragalus, Acacia* und *Linaria.* Bei einer grossen Zahl verdorren entweder alle anfänglich — zur Regenzeit — und meist nur an den Basaltheilen vorhandenen Blätter, sobald die Hitze um ein weniges gestiegen ist (*Zilla, Alhagi, Statice, Deverra*), oder aber es bleiben nur solche übrig, die sich durch Kleinheit oder besondere Organisation vor den absterbenden auszeichnen (*Convolvulus, Menispermum*).

Ein Streben zur Reducirung der Verdunstungsfläche zeigt sich auch darin, dass einige Arten ihre Blätter einrollen, in der Mittelrippe zusammenschlagen bezw. zu rundcylindrischen Organen werden lassen (*Helianthemum, Scorzonera, Francoeuria, Phagnalon, Echinops, Aristida; Gymnocarpum, Zygophyllum, Mesembryanthemum, Salsolaceen*).

Alle diese Mittel, die Transpiratión herabzusetzen, sind morphologischer Natur; ebenso häufig aber und oft gleichzeitig mit ihnen begegnen uns anatomische Eigenthümlichkeiten, die auf denselben Zweck hinzielen. Ich erwähne kurz, als ein bekanntes Merkmal vieler Xerophilen, die starke, grauweissliche Wachsbedeckung, welche das Grün der Blätter und jungen Stammtheile von *Capparis, Nitraria, Haplophyllum, Daemia, Euphorbia* nur matt hindurchschimmern lässt, den dicken Korkmantel, der schon frühzeitig die Axenorgane fast aller holzig werdenden Arten umkleidet, endlich die ausserordentlich starke und cuticularisirte Epidermisaussenwand, die sich bei *Zilla, Ochradenus, Retama, Deverra, Panicum, Aristida, Sporobolus* wie ein Panzer um die saftigen Gewebe herumlegt. — Weniger bekannt dürften einige Beobachtungen sein, die ich bezüglich des Inhalts der Epidermiszellen an zahlreichen Vertretern der Wüstenflora gemacht habe. Da ist zunächst die Ausfüllung des Lumens mit Celluloseschleim zu erwähnen. Derselbe geht aus der Verquellung der Innenmembran hervor und erweist sich, wie eine Behandlung mit geeigneten Reagentien lehrt, als eine Substanz, die mit grosser Kraft einmal aufgenommenes Wasser festzuhalten vermag. Erst durch Zusatz von absolutem Alkohol ist es möglich, ihr so viel von der Imbibitionsflüssigkeit zu entziehen, dass eine mit schwacher Contraction und körniger Trübung verbundene Schichtung zur Anschauung kommt. Der Vortheil, welchen die Wüstenpflanzen durch eine solche Einrichtung erlangen, ist klar; der Schleim in den Epidermiszellen retardirt die Transpiration, wirkt wie eine Gelatineschicht, die über eine leichtverdunstende Wasserfläche gebreitet ist. In Betreff des Vorkommens giebt es Fälle, wo alle oder doch fast alle Epidermiszellen in der bezeichneten Weise verschleimen (*Acacia, Caylusea*) und solche, wo nur ein Theil derselben, meist unter gleichzeitiger Vergrösserung des Volumens, die Umwandelung erfährt (*Reseda, Oligomeris, Malva, Peganum, Zyziphus, Moringa, Cassia, Polygonum* u. s. w.).

Ein anderer Inhalt, über dessen Bedeutung ich mir weniger klar bin, ist ebenfalls in der Epidermis von Wüstenpflanzen eine weit verbreitete Erscheinung, nämlich Gerbstoff. Warming hat behauptet, dass derselbe in Folge der Hygroscopicität der Säuren ein Schutzmittel gegen Austrocknung sei und für die Wiederherstellung verloren gegangenen Turgors eine bedeutsame Rolle spiele. Westermaier schliesst sich in seiner neuesten Publication dieser Hypothese an und meine eigene Erfahrung über sein weit verbreitetes Vorkommen gerade bei Pflanzen, die eines Schutzes in der angegebenen Richtung so dringend bedürfen, könnte wohl als Bestätigung dienen. Der Gerbstoff verräth sich in den damit erfüllten Epidermiszellen vielfach schon durch ein schwach

gelbliches Aussehen und durch ein Brechungsvermögen, das die Oberhaut in durchfallendem Licht fettglänzend erscheinen lässt, ist aber natürlich erst durch Zusatz von Eisensalz mit Sicherheit zu constatiren, so bei *Monsonia*, *Erodium*, *Astragalus*, *Tamarix*, *Neurada*, *Linaria*, *Centaurea*. Besonders interessant ist die Erscheinung bei *Scrophularia deserti*, da man hier im Mesophyll zerstreut grosse, ebenfalls Gerbstoff führende Idioblasten findet, die sowohl mit der Epidermis, als mit den Auszweigungen der Nervenbündel in Verbindung treten. — Ein Beweis für die Hygroscopicität des Gerbstoffs und damit zugleich ein Fingerzeig für seine Bedeutung dürfte darin zu finden sein, dass es mir bei einigen der oben aufgeführten Pflanzen, namentlich bei *Neurada* und *Scrophularia*, aufgefallen ist, wie schwer sie, im Vergleich zu anderen Pflanzen, sich trocknen lassen.

Ein Capitel, das zu den schwierigsten einer anatomisch-physiologischen Forschung gehört, betrifft die Haare. Eine ganze Reihe von Pflanzen unseres Gebiets bestätigt zwar die alte Erfahrung, dass Trockenheit des Standorts mit üppiger Haarbildung Hand in Hand geht; die wahre Bedeutung dieses Factums nach allen Richtungen hin aufzuklären, ist indessen auch mir nicht gelungen. Ich gehe in dieser vorläufigen Mittheilung nicht näher darauf ein, sondern erwähne nur einiges, das mir von Wichtigkeit scheint. — Um dem Zweck der Haare auf die Spur zu kommen, muss man nach meiner Auffassung zunächst scharf unterscheiden, ob man es mit lebenden, protoplasmareichen oder mit todten, wenigstens zeitweise luftführenden zu thun hat. Nur die letzteren scheinen mir in Frage zu kommen, wenn es sich wie hier darum handelt, in ihrem Vorhandensein ein Mittel zur Herabdrückung der Transpiration zu erkennen. Legen sich solche in grosser Menge und entweder alle die gleiche Richtung einhaltend (*Farsetia*, *Erodium*, *Monsonia*, *Salsola*, *Kochia*), oder als lange Fäden im wirren Durcheinander (*Pulicaria*, *Phagnalon*, *Brocchia*, *Artemisia*, *Convolvulus*) oder endlich als innig mit einander verflochtene Seitenzweige eines verticalen Fussstücks (*Helianthemum*, *Stachys*) der Oberfläche der Blätter dicht an, so müssen sie in der That so gut auf die Verdunstung hemmend einwirken, wie ein beliebiges Stück Filz, mit dem man ein Wassergefäss bedeckt. — Sie vereinen mit dieser vortheilhaften Eigenschaft — in vielen Fällen, nicht in allen — eine zweite. Es ist bekannt, dass man, um die Menge gefallenen Thaus festzustellen, Filzplatten auslegt. Solche halten, ohne hygroskopisch zu sein, am besten von allen Substanzen geringe Mengen auftropfenden Wassers fest. Ebenso macht es der Haarfilz vieler Arten. Nachdem er am Tage ein Schutzmittel für Transpiration gewesen, wird er in der Nacht, wo auch seine ausgleichende Thätig-

keit bezüglich der grossen, durch Ausstrahlung hervorgerufenen Temperaturerniedrigung eine Rolle spielt, zu einem die Absorption des Thaus fördernden Apparat. Vielfach weisen grade die Filzhaare auf letzteren Zweck dadurch hin, dass sie an ihrer Basis in einer *ringförmigen Zone neben anderen Besonderheiten auffallende Dünnwandigkeit zeigen.*

Wie mit dem Haarfilz der Wüstenpflanzen für gewöhnlich geringe Stärke der Epidermisaussenwand verknüpft ist, so geht mit ihm auch häufig eine andere Erscheinung Hand in Hand, die Secretion leicht flüchtiger ätherischer Öle. Dieselbe geht entweder von knopfartigen Drüsenhaaren aus, die sich nur wenig über die Oberhaut erheben (*Helianthemum*, *Stachys*) oder einzelne, in ihrer Aussenwand sich nicht verdickende Epidermiszellen functioniren direct als ausscheidende Organe (*Artemisia*, *Brocchia*). In allen Fällen legt sich der Filz über die Bildner des ätherischen Öls, so dass dessen Dämpfe innerhalb des Haargewirrs festgehalten werden. Bezüglich der biologischen Bedeutung des ätherischen Öls schliesse ich mich einer Meinung an, die zuerst von Tyndall ausgesprochen worden ist. Wie schon Haberlandt erwähnt, wurde von dem genannten Physiker gezeigt, dass eine Luftschicht, welche mit den Dünsten eines ätherischen Öles geschwängert ist, die strahlende Wärme in viel geringerem Grade durchlässt, als reine Luft; die Diathermansie einer solchen Luftschicht ist beträchtlich verringert. Wenn sich also die Pflanze mit einer durch die Verdampfung eines ätherischen Öls entstandenen Dunstschicht umgiebt, so wird sie tagsüber im Sonnenschein gegen zu grosse Erwärmung und damit gegen übermässige Transpiration und Nachts bei heiterem Himmel gegen zu grosse Abkühlung geschützt sein. Wer einmal in der Wüste zur Mittagszeit sich etwa einem Busch von *Artemisia judaica* genähert, der wird an einer Dunsthülle, die sich um die ganze Pflanze lagert, nicht mehr zweifeln, sie kündigt sich ihm durch den Geruch schon auf mehrere Schritte Entfernung an.

Zum Schluss gehe ich auf einige Einrichtungen über, die sich auf den Spaltöffnungsapparat bezw. auf die Bahnen des entweichenden Wasserdampfs innerhalb der Pflanze beziehen. — Wie aus der Herabdrückung der Spaltöffnungen unter das Niveau der übrigen Epidermiszellen einerseits und der möglichsten Beschränkung der Intercellularräume andererseits eine Verringerung der Transpiration hervorgeht, das ist namentlich von Tschirch genügend hervorgehoben worden. Von den Vertretern der aegyptischen Wüstenflora bedient sich dieser Mittel eine so grosse Zahl, dass ich von der Aufzählung specieller Fälle absehen kann. Ich führe nur einige Beispiele an, die eine gewisse Complication bedeuten. Bei *Retama*, manchen *Aristiden*, *Elio-*

nurus, Danthonia sind die Spaltöffnungen in rilligen Furchen gelagert, die durch sich verschränkende Haare gegen die Aussenluft noch besonders abgesperrt werden; bei anderen *Aristiden*, bei *Sporobolus* und *Cynodon* wachsen die die Schliesszellen umgebenden Epidermiszellen zu Papillen aus, die sich so aneinander und gemeinsam über die Centralspalte legen, dass dadurch ein Hohlraum entsteht, der nur durch winzige Öffnungen mit der Atmosphäre communicirt. Besonders den Gramineen (*Leptochloa, Pennisetum, Panicum* u. s. w.) ist ein Gewebe eigen, das die Athemhöhlen der Spaltöffnungen umlagert und das aus dünnwandigen, farblosen Zellen besteht, die einander mittels kleiner aber zahlreicher Ausbuchtungen berühren. Das Gewirr von äusserst feinen, sich mäandrisch verschlingenden Intercellularcanälchen, welches dadurch unterhalb der Athemhöhlen entsteht, hat zweifellos den Zweck, die aus dem Innern her durchpassirenden Gase möglichst von dem beigemengten Wasserdampf zu befreien.

§. 6.

Die Speicherorgane für Wasser.

Eine Zahl von Wüstenpflanzen führt während der Periode der Dürre eine Existenz von der Hand in den Mund. Der Überschuss an Wasser, welcher während der Nacht, wo die Temperatur niedrig, die Luftfeuchtigkeit gross ist, dadurch erlangt wird, dass die Absorption die Transpiration überwiegt, reicht eben aus, um das Manco zu decken, welches während der folgenden heissen Tagesstunden durch ein umgekehrtes Verhältniss zustande kommt. Pflanzen dieser Lebensweise sind zumeist ohne in die Augen springende Schutzmittel gegen Transpirationsverluste. Was sie auszeichnet, ist ein differencirtes Gewebe, das die Aufgabe der Wasserspeicherung hat, das befähigt ist, bei Wasserzufuhr solches leicht in sich aufzunehmen, bei Wasserverbrauch davon abzugeben, ohne selbst Schaden darunter zu leiden. Es übernimmt zu Gunsten von Elementen, deren Leben durch verhältnissmässig geringe Turgorverminderung gefährdet wird, in erster Linie also der assimilirenden Zellen, gleichsam allein die Deckung der Unkosten, welche von einer übermässig gesteigerten Transpiration verursacht werden.

Zunächst, in einer Reihe von Fällen, ist es die Epidermis, die der Wasserspeicherung adaptirt ist. Bei *Eremobium*, *Diplotaxis, Reseda, Oligomeris, Gypsophila, Pteranthus, Telephium* finden wir eine gewisse Zahl von Epidermiszellen, welche sich vor den übrigen durch ihre

Grösse, vor allem aber dadurch auszeichnen, dass sie nach innen halbkugelig, nach aussen in Form einer weit ausgezogenen Kuppe hervorspringen. Bei *Caylusea*, wo sich alle Übergänge finden, sind diese Kuppen in der Mehrheit zu handschuhfingerartigen Haaren geworden, bei *Reseda pruinosa*, besonders aber bei *Aizoon* und den *Mesembryanthemen* treten sie in Gestalt mächtiger Blasen auf, die die Pflanzen schon von weitem über und über wie mit Wassertropfen besäet erscheinen lassen. Dass die Function all dieser Gebilde darin besteht, die Wasserspeicherung, die ja nach Westermaier's Untersuchungen ohnehin Aufgabe der Epidermis ist, wirksamer zu gestalten, scheint mir nach verschiedentlich angestellten Experimenten sicher zu sein. Ein entwurzeltes Exemplar von *Mesembryanthemum crystallinum*, dessen Blätter ausser den enormen Blasen auf der Epidermis kein weiteres Speicherungssystem besitzen, hielt sich ohne jede Wasserzufuhr viele Wochen lang, entwickelte nicht nur neue Blätter, sondern auch Blüthen. Wie dies möglich ist, lehrte der einfache Augenschein. Innerhalb der ersten Woche bemerkte man, wie auf dem untersten Blatt erst einzelne, dann immer mehr Blasen ihre straffe Spannung verloren und schliesslich ganz zusammenfielen. Als so ziemlich allen dieses Schicksal zu Theil geworden, verdorrte das Blatt in ausserordentlich kurzer Zeit. In der zweiten Woche wiederholte sich dasselbe Spiel am nächsten höheren Blatt, und so war es mir denn nicht weiter auffallend, Mitte Juli die überaus dürren Schutthalden in der Umgebung Alexandriens mit Mesembryanthemumpflanzen überzogen zu finden, an denen nichts mehr lebend war, als die der Reife entgegengehenden Fruchttheile. Sie allein waren noch grün und auf der Aussenseite mit den prall gefüllten Blasen besetzt; alle anderen Organe, speciell natürlich die Blätter, hatten nach der Reihe, von unten angefangen, ihren Wasservorrath abgegeben und es so ermöglicht, dass auf ihre Kosten die Samen genügend Zeit zur Reife fanden. Ohne das geschilderte Gebahren würde solches nie geschehen können. *Mesembryanthemum* besitzt eine ganz kurze, kaum fingerlange Wurzel. Sicher schon im Mai findet dieselbe in den ausgedörrten Erdschichten, die ihr allein zu Gebote stehen, keine Spur mehr von Wasser vor. Sie ist jetzt — wenigstens als Absorptionsorgan — völlig nutzlos, aber sie hat zur guten Zeit ihre Schuldigkeit gethan und die während der Regenperiode aufschiessende Pflanze so reichlich mit einem Vorrath von Wasser versehen, dass diese später, um einen trivialen Ausdruck zu gebrauchen, vom eigenen Fett zu zehren vermag.

In den oben angeführten Fällen hatten wir es mit einfachen Ausstülpungen von Epidermiszellen zu thun; ein etwas abweichendes Princip finden wir besonders schön bei den *Atriplex*-Arten der Wüste vertreten.

Deren Blätter sind bis zu einem gewissen Alter zwar ebenfalls mit wassererfüllten Blasen besetzt, allein dieselben qualificiren sich als Haare, da sie durch ein abgegliedertes, schmal cylindrisches Fussstück mit der Epidermis in Verbindung stehen. Gewöhnlich sind auf beiden Seiten des Blattes mehrere Etagen von Blasen über einander vorhanden, was dadurch möglich wird, dass die Fussstücke verschiedene Länge besitzen. Ist der wässerige Inhalt der Blasen aufgebraucht, so fallen ihre Wandungen zusammen, verkleben mit einander und bilden so über der eigentlichen Epidermis eine die gesammte Blattdicke an Mächtigkeit übertreffende, pergamentartige Decke, die nun als vortrefflicher Schutz gegen Transpirationsverluste dient.

Eine Eigenartigkeit in der Ausbildung der Blattepidermis als Speichersystem tritt uns bei vielen Gramineen entgegen. Da es indessen schwierig ist, die hier auftretenden Verhältnisse ohne Abbildungen klar zu machen, so beschränke ich mich auf die Erwähnung, dass es die von Tschirch als »Gelenkzellen«[1] beschriebenen Elemente sind, die in Verbindung mit anderen die Speicherung übernehmen und um das in parallele Stränge zerlegte, die Bündel begleitende Pallisadenparenchym geschlossene Mäntel von Wassergewebe herstellen.

Von den Gramineen führt die Salsolaceengattung *Kochia* am besten zu jener Gruppe von Wüstenpflanzen hinüber, wo ein im Innern des Blattes bez. Axentheils gelegenes Gewebe als Wasserreservoir functionirt. Ein Kochiablatt, bei durchfallendem Lichte betrachtet, gewährt insofern ein äusserst zierliches Bild, als die netzadrige Nervatur ein grünes Maschengeflecht auf hellem, durchscheinenden Grunde bildet. Der Querschnitt lehrt, dass das Chlorophyllparenchym bis zu den letzten Auszweigungen genau dem Zuge der Bündel folgt, sich ihnen in Form einer einfachen Pallisadenschicht als halbkreisförmige, nach aussen gekehrte Schiene dicht anlegt. Dazwischen erscheint allenthalben, gleichsam wie ein Grundgewebe, in dem die Nerven mit den begleitenden Assimilationszellen strangartig eingebettet sind, das Speichersystem für Wasser. Es besteht aus grossen, dünnwandigen Zellen und verbindet die obere und untere Epidermis zu einem nach seiner physiologischen Bedeutung einheitlichen Ganzen.

Einen Schritt weiter und wir gelangen zu den centralen Wassergeweben, wie sie die cylindrischen Blätter oder Internodien von *Zygophyllum-*, *Salsola-* und *Anabasis*-Arten, von *Cornulacca*, *Traganum*, *Haloxylon* und *Halogeton* charakterisiren. In concentrischen Schichten

[1] Bei den Gramineen der aegyptisch-arabischen Wüste habe ich ein Auf- und Einrollen der Blätter niemals bemerkt, auch nicht, wenn ich abwechselnd Nässe und Trockenheit auf sie einwirken liess. Trotzdem sind schön ausgebildete »Gelenkzellen« eine ganz gewöhnliche Erscheinung.

lagert sich bei diesen um einen meist schwach ausgebildeten Fibrovasalstrang in der Mittellinie des Organs zunächst das mächtig entwickelte Speichergewebe, dann wie ein dünner ringförmiger Belag die Zone assimilirender Zellen und die Epidermis.

An die aphoristischen Schilderungen, die ich in den vorstehenden Blättern niedergelegt, würde sich naturgemäss die Darstellung derjenigen Einflüsse reihen, welche die Intensität des Lichts auf die Organisation der Wüstenpflanzen ausübt. Um indessen in dem Rahmen einer vorläufigen Mittheilung zu bleiben, muss ich davon abstehen.

Ich schliesse, indem ich derer gedenke, die mir für die vorliegenden Studien förderlich waren. Dank sage ich der hohen Akademie der Wissenschaften, welche mir die Mittel für meinen Aufenthalt in Aegypten gewährte, Dank den HH. Prof. Dr. G. Schweinfurth und Director des botanischen Gartens E. Sickenberger in Cairo, deren überaus freundlichen Unterstützung bei der Einsammlung des Materials ich soviel schulde, Dank endlich meinen hochverehrten Lehrern, den HH. Prof. S. Schwendener und P. Ascherson, die mir jederzeit mit Rath und That hülfreich zur Seite standen.

Über die unendlich kleinen Deformationen einer biegsamen, unausdehnbaren Fläche.

Von J. Weingarten.

Die allgemeine Theorie der krummen Flächen fällt zusammen mit der Theorie der simultanen Transformation von binaeren quadratischen Formen, die aus den Differentialen zweier unabhängig veränderlichen Grössen gebildet werden und deren Coefficienten Functionen dieser Veränderlichen selbst sind. Wenn man, nach dem Vorgange von Gauss, den Punkten einer krummen Fläche stets die Abbildung dieser Punkte auf eine Kugel vom Radius Eins zuordnet, so treten bei den einfachsten geometrischen Betrachtungen zwei derartige quadratische Formen hervor. Die erste derselben ist das Quadrat des Abstandes zweier unendlich nahe benachbarter Punkte der betrachteten Fläche; die zweite wird durch das Product dargestellt, welches man erhält, wenn man diesen Abstand mit dem Werthe seiner Abbildung auf die Kugel und dem Cosinus des Winkels multiplicirt, welchen die Verbindungsgrade der zwei unendlich benachbarten Punkte der Fläche mit derjenigen ihrer Abbildungen bildet. Anstatt dieser zweiten Form bietet sich auch diejenige dar, welche das Quadrat des Abstandes der Abbildungen zweier unendlich nahen Punkte der vorgelegten Fläche angiebt. Diese dritte quadratische Form hängt mit den beiden ersten durch eine lineare homogene Gleichung zusammen.

Werden durch x, y, z die als Functionen zweier unabhängig veränderlichen Grössen p, q gegebenen Coordinaten eines Punktes einer krummen Fläche bezeichnet, durch X, Y, Z die Cosinus der Winkel, welche die in diesem Punkte auf die Fläche errichtete Normale mit den rechtwinkligen Coordinatenaxen bildet, d. h. die Coordinaten der Gauss'schen Abbildung dieses Punktes auf die, um den Coordinaten-Anfangspunkt als Mittelpunkt, construirte Kugel vom Radius Eins, so sind die drei angedeuteten quadratischen Formen die nachstehenden:

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 = a_{11}dp^2 + 2a_{12}dp\,dq + a_{22}dq^2$$
$$dXdx + dYdy + dZdz = c_{11}dp^2 + 2c_{12}dp\,dq + c_{22}dq^2$$
$$dX^2 + dY^2 + dZ^2 = b_{11}dp^2 + 2b_{12}dp\,dq + b_{22}dq^2,$$

und die Coefficienten a_{ik}, b_{ik}, c_{ik} derselben sind für eine gegebene Fläche gegebene Functionen der Variablen p, q.

Untersuchungen, die ich über die Eigenschaften dieser Formen angestellt habe und die in nächster Zeit im Journal für Mathematik veröffentlicht werden sollen, haben mich zu einigen auf die Theorie der Deformation krummer Flächen bezüglichen Resultaten geführt, welche ich nachstehend der Königlichen Akademie der Wissenschaften vorzulegen wage.

Ertheilt man jedem Punkte (x, y, z) einer betrachteten Fläche eine unendlich kleine Verschiebung σ, deren Componenten nach den Axen der Coordinaten durch die Gleichungen

$$\delta x = ui \qquad \delta y = vi \qquad \delta z = wi$$

bestimmt seien, in welchen Gleichungen u, v, w endliche und einschliesslich ihrer zweiten Derivirten stetige Functionen der Variablen p, q, und i eine unendlich kleine Constante bezeichnet, so wird das Quadrat des Abstandes der zwei unendlich nahen Punkte (x, y, z) und $(x+dx, y+dy, z+dz)$ dieser Fläche nach geschehener Verschiebung in den Werth

$$(dx + i\,du)^2 + (dy + i\,dv)^2 + (dz + i\,dw)^2$$

übergegangen sein. Soll die gewählte Verschiebung den ursprünglichen Abstand je zweier unendlich nahen Punkte nicht geändert haben, die betrachtete Fläche also ohne Veränderung ihrer Linienelemente verändert worden sein, so muss, bei Vernachlässigung von Grössen, welche in Beziehung auf die unendlich kleinen Verschiebungen von der zweiten Ordnung sind, für jeden Werth der Variablen p, q die Gleichung

$$du\,dx + dv\,dy + dw\,dz = 0$$

bestehen. Diese Gleichung zerfällt, da in ihr die Coefficienten der Producte dp^2, $dp\,dq$ und dq^2 gesondert verschwinden müssen in drei andere, welche diejenigen simultanen partiellen Differentialgleichungen darstellen, denen die Functionen u, v, w genügen müssen, wenn durch sie eine Verschiebung der Punkte einer krummen Fläche vermittelt werden kann, welche zu einer unendlich nahe benachbarten Fläche führt, die auf die ursprüngliche abwickelbar ist.

Es zeigt sich nun, dass die Ermittelung solcher Functionen u, v, w von der Auffindung einer einzigen Function ϕ abhängig gemacht werden kann, welche der linearen partiellen Differentialgleichung:

$$\text{I.}\quad \frac{1}{\sqrt{a}}\left\{\frac{\partial\,\dfrac{c_{22}\dfrac{\partial\phi}{\partial p} - c_{12}\dfrac{\partial\phi}{\partial q}}{k\sqrt{a}}}{\partial p} + \frac{\partial\,\dfrac{c_{11}\dfrac{\partial\phi}{\partial q} - c_{12}\dfrac{\partial\phi}{\partial p}}{k\sqrt{a}}}{\partial q}\right\} + \frac{c_{11}a_{22} - 2c_{12}a_{12} + c_{22}a_{11}}{a_{11}a_{22} - a_{12}^2}\,\phi = 0$$

Genüge leistet. In ihr bezeichnen a_{ik}, c_{ik} die Coefficienten der erwähnten quadratischen Formen, a die Determinante $a_{11}a_{22}-a_{12}^2$ der ersten derselben; ferner k das Krümmungsmaass der zu betrachtenden Fläche im Punkte (p, q), welches als nur in einzelnen Punkten oder Linien der Fläche verschwindend vorausgesetzt wird.

Die Function ϕ selbst ist die Invariante des Differentialausdrucks:

$$udx + vdy + wdz = Pdp + Qdq,$$

d. h. die durch die Gleichung

$$\phi = \frac{1}{2}\frac{\dfrac{\partial P}{\partial q}-\dfrac{\partial Q}{\partial p}}{\sqrt{a_{11}a_{22}-a_{12}^2}}$$

bestimmte Grösse.

Ist irgend ein reellwerthiges Integral ϕ der Differentialgleichung I. bekannt, so entspricht demselben eine dehnungslose Verschiebung der vorgelegten krummen Fläche, derart, dass die Verschiebung ri eines Punktes derselben nach einer festen Richtung r aus den Gleichungen:

$$\frac{\partial r}{\partial p} = R^2\frac{c_{11}\dfrac{\partial \phi R^{-1}}{\partial q} - c_{12}\dfrac{\partial \phi R^{-1}}{\partial p}}{k\sqrt{a}}$$

$$\frac{\partial r}{\partial q} = -R^2\frac{c_{22}\dfrac{\partial \phi R^{-1}}{\partial p} - c_{12}\dfrac{\partial \phi R^{-1}}{\partial q}}{k\sqrt{a}}$$

durch Quadratur ermittelt werden kann. In diesen Gleichungen bezeichnet R den Cosinus des Winkels, welchen die feste Richtung r mit der im Punkte (p, q) errichteten Normalen bildet.

Jeder bestimmten reellwerthigen Function ϕ, welche der Differentialgleichung I. genügt, entspricht hiernach eine, bis auf additive Constante bestimmte, dehnungslose Verschiebung der in Rede stehenden Fläche, und umgekehrt entspricht jeder bestimmten dehnungslosen Verschiebung derselben eine bestimmte Function ϕ, welche der Differentialgleichung I. genügt.

Es wird daher einer solchen Function ϕ, die mit den dehnungslosen unendlich kleinen Verschiebungen einer Fläche im innigsten Zusammenhange steht, im Folgenden der Name der Verschiebungsfunction beigelegt und die Differentialgleichung I. als die Differentialgleichung der Verschiebungsfunction bezeichnet werden.

Es gelten alsdann die folgenden Sätze:

Jede lineare homogene Function

$$aX + bY + cZ$$

der Cosinus X, Y, Z stellt eine Verschiebungsfunction dar,

und die mit dieser Function zusammenhängende Verschiebung einer krummen Fläche besteht in einer unendlich kleinen Drehung der fest bleibenden Fläche um eine Gerade, deren Richtungscosinus den Constanten a, b, c proportional sind, und in einer unendlich kleinen Fortschreitung dieser Fläche in willkürlicher Richtung.

Umgekehrt entspricht jeder unendlich kleinen möglichen Fortbewegung der fest bleibenden Fläche eine Verschiebungsfunction ϕ von der Form

$$\phi = aX + bY + cZ.$$

Jedem Integrale ϕ der Differentialgleichung I., welches sich nicht als homogene lineare Function der Grössen X, Y, Z darstellen lässt, entspricht eine unendlich kleine Deformation der betrachteten Fläche.

Die vorstehenden Sätze ergeben sich leicht aus der Betrachtung der Änderungen, welche die Werthe der gegebenen Coefficienten c_{ik} für die entsprechenden Punkte der zweiten, durch unendlich kleine Verschiebung entstandenen Fläche, erlitten haben. Bezeichnet man die, den Variationen

$$\delta x = ui \qquad \delta y = vi \qquad \delta z = wi$$

entsprechenden, Variationen dieser Coefficienten durch δc_{ik}, so lassen sich diese Variationen, nach Einführung der Verschiebungsfunction ϕ, in einfachen Formen ermitteln, welche mit den in der Theorie der Transformation quadratischer Differentialausdrücke auftretenden Formen in nächster Beziehung stehen.

Wenn man sich einer von Christoffel in die Theorie der Transformation quadratischer Differentialausdrücke eingeführten Bezeichnung bedient (E. B. Christoffel, Über die Transformation der homogenen Differentialausdrücke zweiten Grades. Borchardt's Journal Bd. 70) und diese Bezeichnung auf die quadratische Form

$$dX^2 + dY^2 + dZ^2 = b_{11}dp^2 + 2b_{12}dp\,dq + b_{22}dq^2$$

beziehend, der Abkürzung wegen, setzt:

$$\Delta^{11} = \frac{\partial^2\phi}{\partial p^2} - \left\{ {11 \atop 1} \right\} \frac{\partial\phi}{\partial p} - \left\{ {11 \atop 2} \right\} \frac{\partial\phi}{\partial q} + b_{11}\phi$$

$$\Delta^{12} = \frac{\partial^2\phi}{\partial p\,\partial q} - \left\{ {12 \atop 1} \right\} \frac{\partial\phi}{\partial p} - \left\{ {12 \atop 2} \right\} \frac{\partial\phi}{\partial q} + b_{12}\phi$$

$$\Delta^{22} = \frac{\partial^2\phi}{\partial q^2} - \left\{ {22 \atop 1} \right\} \frac{\partial\phi}{\partial p} - \left\{ {22 \atop 2} \right\} \frac{\partial\phi}{\partial q} + b_{22}\phi,$$

so findet man für die Variationen der Coefficienten c_{11}, c_{12}, c_{22} der

ursprünglichen Fläche, bei einer durch die Verschiebungsfunction ϕ vermittelten Verschiebung derselben, die nachstehenden Werthe:

$$\delta c_{11} = \frac{1}{\sqrt{b}}(-c_{11}\Delta^{12} + c_{12}\Delta^{11})i$$

$$\delta c_{12} = \frac{1}{\sqrt{b}}(-c_{11}\Delta^{22} + c_{12}\Delta^{12})i$$

$$\delta c_{12} = \frac{1}{\sqrt{b}}(+c_{22}\Delta^{11} - c_{12}\Delta^{12})i$$

$$\delta c_{22} = \frac{1}{\sqrt{b}}(+c_{22}\Delta^{12} - c_{12}\Delta^{22})i,$$

in welchen b die Bedeutung der Determinante $b_{11}b_{22} - b_{12}^2$ hat.

Wählt man als Variable p, q die Parameter u, v der Krümmungslinien der vorgelegten Fläche, so verwandeln sich, da unter dieser Voraussetzung $c_{12} = 0$, $b_{12} = 0$, die vorstehenden Gleichungen in die folgenden:

$$\delta c_{11} = -\frac{1}{\sqrt{b}} c_{11}\Delta^{12} i \quad , \quad \delta c_{12} = -\frac{1}{\sqrt{b}} c_{11}\Delta^{22} i$$

$$\delta c_{12} = \frac{1}{\sqrt{b}} c_{22}\Delta^{11} i \quad , \quad \delta c_{22} = \frac{1}{\sqrt{b}} c_{22}\Delta^{12} i.$$

Mit ihrer Hülfe lässt sich die vielfach berührte Frage erledigen, unter welchen Bedingungen eine vorgelegte Fläche eine unendlich kleine dehnungslose Deformation gestattet, bei welcher die Krümmungslinien wiederum in Krümmungslinien übergehen.

Für das Eintreten dieser Bedingungen ist es offenbar nothwendig, dass $c_{12} + \delta c_{12}$ für alle Punkte der deformirten Fläche verschwinde, und da schon $c_{12} = 0$, dass δc_{12} selbst der Null gleich sei.

Es muss daher für die gegebene Fläche eine Verschiebungsfunction ϕ existiren, welche gleichzeitig den Gleichungen

$$\Delta^{11} = 0 \quad , \quad \Delta^{22} = 0$$

genügt, während Δ^{12} von Null verschieden bleibt. Wäre Δ^{12} gleichfalls Null, so ergäbe sich für die betreffende Verschiebungsfunction eine lineare homogene Function der Cosinus X, Y, Z, die ihr entsprechende Verschiebung wäre eine deformationslose, und die Erhaltung der Krümmungslinien selbstverständlich.

Da die Grössen $\Delta^{11}, \Delta^{12}, \Delta^{22}$ für jede willkürliche Function ϕ und für irgend welche Variable p, q die Gleichungen:

$$0 = \frac{\partial \frac{\Delta^{22}}{\sqrt{b}}}{\partial p} - \frac{\partial \frac{\Delta^{12}}{\sqrt{b}}}{\partial q} + \frac{\Delta^{11}}{\sqrt{b}}\left\{ {22 \atop 1} \right\} - 2\frac{\Delta^{12}}{\sqrt{b}}\left\{ {12 \atop 1} \right\} + \frac{\Delta^{22}}{\sqrt{b}}\left\{ {11 \atop 1} \right\}$$

$$o = \frac{\partial \frac{\Delta^{11}}{\sqrt{b}}}{\partial q} - \frac{\partial \frac{\Delta^{12}}{\sqrt{b}}}{\partial p} + \frac{\Delta^{11}}{\sqrt{b}} \left\{ {22 \atop 2} \right\} - 2 \frac{\Delta^{12}}{\sqrt{b}} \left\{ {12 \atop 2} \right\} + \frac{\Delta^{22}}{\sqrt{b}} \left\{ {11 \atop 2} \right\}$$

identisch erfüllen, (Vergl. Über die Theorie der aufeinander abwickelbaren Oberflächen. Festschrift der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin, 1884, S. 35), so erfordert das gleichzeitige Verschwinden von Δ^{11}, Δ^{22} bei nicht verschwindendem Δ^{12} das Bestehen der Gleichungen:

$$\frac{\partial \frac{\Delta^{12}}{\sqrt{b}}}{\partial v} + 2 \frac{\Delta^{12}}{\sqrt{b}} \left\{ {12 \atop 1} \right\} = o \,, \qquad \frac{\partial \frac{\Delta^{12}}{\sqrt{b}}}{\partial u} + 2 \frac{\Delta^{12}}{\sqrt{b}} \left\{ {12 \atop 2} \right\} = o$$

welche, der Definition der $\left\{ {ik \atop h} \right\}$ entsprechend, sofort in die folgenden übergehen:

$$\frac{\partial \log \left(\frac{\Delta^{12} b_{11}}{\sqrt{b}} \right)}{\partial v} = o \,, \qquad \frac{\partial \log \left(\frac{\Delta^{12} b_{22}}{\sqrt{b}} \right)}{\partial u} = o \,.$$

Aus ihnen folgt

$$\frac{b_{22}}{b_{11}} = \frac{V}{U} \,, \qquad \Delta^{12} = \sqrt{UV}$$

wenn unter U eine Function der Variablen u, unter V eine solche der Variablen v allein verstanden wird. Die Gleichung

$$dX^2 + dY^2 + dZ^2 = b_{11} du^2 + b_{22} dv^2$$

muss daher in die Gestalt

$$dX^2 + dY^2 + dZ^2 = \frac{b_{11}}{U} (U du^2 + V dv^2)$$

oder in die folgende

$$dX^2 + dY^2 + dZ^2 = \lambda (du'^2 + dv'^2)$$

übergeführt werden können, in welcher letzteren

$$du' = \sqrt{U} du \,, \; dv' = \sqrt{V} dv \,, \; \lambda = b_{11} U^{-1} \,.$$

Unter der Voraussetzung, dass die Functionen u', v', welche wiederum als Parameter der Krümmungslinien der betrachteten Fläche bezeichnet werden können, als die Variablen u, v eingeführt worden sind, lauten nunmehr die nothwendigen Bedingungen für den Umstand, dass diese Fläche eine unendlich kleine Deformation, unter Erhaltung der Krümmungslinien, gestatte:

$$\lambda = b_{11} = b_{22} \quad , \quad \Delta^{12} = 1 \,.$$

Diese nothwendigen Bedingungen erweisen sich aber auch sofort als hinreichende. Denn aus den Gleichungen

$$dX^2 + dY^2 + dZ^2 = \lambda(du^2 + dv^2)$$
$$X^2 + Y^2 + Z^2 = 1$$

zieht man, in Folge der linearen partiellen Differentialgleichungen, denen ihnen gemäss die Grössen X, Y, Z unterworfen sind, den Schluss, dass die nachstehenden Differentialausdrücke:

$$\text{II.} \qquad \begin{aligned} \frac{1}{\lambda}\left(\frac{\partial X}{\partial v}du + \frac{\partial X}{\partial u}dv\right) &= d\alpha \\ \frac{1}{\lambda}\left(\frac{\partial Y}{\partial v}du + \frac{\partial Y}{\partial u}dv\right) &= d\beta \\ \frac{1}{\lambda}\left(\frac{\partial Z}{\partial v}du + \frac{\partial Z}{\partial u}dv\right) &= d\gamma \end{aligned}$$

die Totaldifferentiale dreier Functionen α, β, γ der Variablen u, v darstellen, aus denen sich diese Functionen durch Quadraturen ermitteln lassen. Nach dieser Ermittelung stellt die Function

$$\phi = \alpha X + \beta Y + \gamma Z$$

eine Function der Grössen u, v dar, welche den Bedingungen

$$\Delta^{11} = 0 \,, \quad \Delta^{12} = 1 \,, \quad \Delta^{22} = 0$$

in der That Genüge leistet. Daher folgt:

Damit eine Fläche eine unendlich kleine mit keiner Dehnung verbundene Deformation gestatte, bei welcher ihre Krümmungslinien in die Krümmungslinien der deformirten Fläche übergehen, ist es nothwendig und hinreichend, dass die Abbildung ihrer Krümmungslinien auf die GAUSS'sche Kugel diese Kugel in unendlich kleine Quadrate zu theilen geeignet sei.

Die Flächenfamilie, welche durch die im vorstehenden Satze ausgesprochene Eigenschaft charakterisirt ist, besitzt ein Kennzeichen, welches demjenigen analog ist, das ich in einer der Königlichen Akademie am 8. November 1883 vorgelegten Mittheilung für diejenigen Flächen aufgestellt habe, welche selbst durch ihre Krümmungslinien in unendlich kleine Quadrate getheilt werden können.

Wenn unter ρ und ρ' die Hauptkrümmungsradien einer krummen Fläche im Punkte (x, y, z) derselben verstanden sind, so kann dieses Kennzeichen in der nachstehenden Form ausgesprochen werden:

Damit die Abbildung der Krümmungslinien einer Fläche auf die GAUSS'sche Kugel geeignet sei, diese Kugel in unendlich kleine Quadrate zu theilen, ist es nothwendig und hinreichend, dass der Differentialausdruck

$$\left\{-\rho\rho'\left(\frac{\partial(\rho+\rho')}{\partial x}dX+\frac{\partial(\rho+\rho')}{\partial y}dY+\frac{\partial(\rho+\rho')}{\partial z}dZ\right)+d(\rho\rho')\right\}(\rho-\rho')^{-2}$$

das Totaldifferential einer Function des Orts in dieser Fläche sei.

Der Beweis dieses Satzes und die Aufstellung der partiellen Differentialgleichung vierter Ordnung, welcher die in Rede stehende Flächenfamilie Genüge leistet, kommt auf eine fast directe Reproduction der in der erwähnten Mittheilung vom 8. November 1883 gemachten Schlüsse hinaus.

Bezeichnet Ω den vorstehenden Differentialausdruck, und setzt man voraus, dass sich Ω für eine gegebene Fläche als das Totaldifferential einer Function des Orts in ihr erwiesen hätte, so wird stets die Summe

$$dX^2+dY^2+dZ^2 = b_{11}dp^2+2b_{12}dp\,dq+b_{22}dq^2$$

durch Einführung geeigneter Parameter der Krümmungslinien dieser Fläche in die Gestalt

$$\lambda\,(du^2+dv^2)$$

übergehen, und es bestimmt sich die Function λ als Function der ursprünglichen Variablen p, q durch Quadratur aus der Gleichung

$$\Omega = \tfrac{1}{2}d\log\lambda,$$

ohne dass die Kenntniss der Parameter u, v als Functionen der p, q erforderlich wird.

Die Gleichungen II. geben alsdann zu einer neuen Folgerung Veranlassung. Man kann die erste derselben leicht in die Gestalt

$$d\alpha = \frac{1}{\lambda(\rho-\rho')}\left\{2(Ydz-Zdy)-(\rho+\rho')(ZdY-YdZ)\right\}$$

überführen, aus welcher die zwei anderen durch cyklische Vertauschung der X, Y, Z abgeleitet werden. Aus dieser Gleichung lässt sich die Function α, und in Folge dessen auch β und γ, durch Quadratur ohne Vermittelung der Parameter u, v gewinnen. Das Gleiche gilt daher von der betreffenden Verschiebungsfunction

$$\phi = \alpha X+\beta Y+\gamma Z.$$

Es erfordert daher die Ermittelung der, die Deformation einer Fläche, unter Beibehaltung der Krümmungslinien, vermittelnden Verschiebungsfunction, falls die Fläche einer solchen Deformation fähig ist, nur die Ausführung von Quadraturen an Differentialausdrücken, welche durch die ursprünglichen Variablen p, q und ihre Differentiale gegebene sind.

Schliesslich zeigt die Gleichung

$$d\alpha dX + d\beta dY + d\gamma dZ = 2 du dv,$$

dass auch die Parameter der Krümmungslinien der in Rede stehenden Fläche selbst durch Quadraturen bestimmbar sind.

Wenn eine Fläche eine unendlich kleine Biegung gestattet, welche ihre Krümmungslinien in solche der verbogenen Fläche überführt, so folgt daraus allein nicht, dass auch diese zweite Fläche wiederum die nämliche Eigenschaft besitzt. Soll die betreffende Eigenschaft auch für diese Fläche, und wie alsdann weiter folgt, auch für fernere Deformationen erhalten bleiben, so ist es nicht ausreichend, dass das Quadrat der Abbildung ihres Linienelements auf die Gauss'sche Kugel durch die Parameter der Krümmungslinien in die Form $\lambda(du^2 + dv^2)$ gesetzt werden kann, sondern es muss ausserdem λ eine Function des Parameters u oder der anderen v allein sein.

Die der letzteren Bedingung entsprechende Flächengattung, eine Classe der oben definirten allgemeinen, lässt sich vollständig angeben, und erweist sich als den Moulureflächen von Monge angehörig, zu denen auch jede Rotationsfläche gezählt werden kann. Diese Bemerkung ist in Übereinstimmung mit einer Untersuchung von Codazzi, welcher im VII. Bande der I. Serie von Tortolini's Annalen (1856) die betreffenden Flächen, und die abwickelbaren, als die einzigen angegeben hat, die, unter Beibehaltung ihrer Krümmungslinien, endlichen Deformationen unterliegen können.

Die abwickelbaren Flächen blieben ausdrücklich aus unseren Entwickelungen ausgelassen.

Über die embryonale Bildung des Gesichts und die Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.

Von Dr. D. Biondi
aus Neapel.

Bezüglich der Genese der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten haben sich in neuerer Zeit, auf Grund der Arbeiten von P. Albrecht und Th. Kölliker, verschiedene Meinungen gebildet. Zur Discussion stehen hauptsächlich folgende Fragen:

1. Zwischen welchen embryonalen Gesichtsfortsätzen kommen die Spaltbildungen vor? 2. Zwischen welchen Knochen? 3. Zwischen welchen Zähnen? 4. Welches ist die typische Zahl der embryonal veranlagten Schneidezähne?

Zur Beantwortung dieser Fragen ist es erforderlich nachstehende Punkte einer weiteren Untersuchung zu unterwerfen: I. Von welchen Gesichtsfortsätzen bei menschlichen (und thierischen) Embryonen die Oberlippe gebildet werde. II. Die Entwickelung des Zwischenkiefers, namentlich, ob derselbe von einer oder von zwei Knochenanlagen abstamme. III. Ob überzählige Schneidezähne häufig vorkommen. IV. Das Verhalten der Gaumennähte bei Neugeborenen und bei Erwachsenen und V. Das Verhalten der Zwischenkieferknochen, der Nähte und der Schneidezähne bei den genannten Spaltbildungen.

I.

Was die embryonale Bildung der Oberlippe anlangt, so zeigen mir zwei vorzüglich erhaltene menschliche Embryonen von 30 bis 35 Tagen,[1] dass die Oberlippe aus vier Theilen besteht — nicht aus sechs, wie Albrecht behauptet hat. An der Bildung derselben participiren nur die inneren Stirnfortsätze und die Oberkieferfortsätze. Die äusseren Stirnfortsätze nehmen keinen Antheil; sie bilden nicht, wie Albrecht meint, die mittlere Partie der Oberlippe (einer Seite), sondern die Nasenflügel.

[1] Die betreffenden Photographien wurden vorgelegt.

II.

Der Zwischenkiefer erwachsener Säugethiere hat ungefähr die Form eines nach vorn mehr oder minder zugespitzten Bogens mit zwei nach hinten gerichteten Schenkeln, die wir als processus nasalis und processus palatinus bezeichnen können. Der processus nasalis ist grösser und namentlich länger, der processus palatinus ist eine dünne Knochenspange, welche in der medianen Gaumennaht mit dem homonomen Fortsatze der anderen Seite zusammenstösst, während der processus nasalis lateralwärts mit dem Oberkiefer und nach oben mit dem os nasale derselben Seite in Verbindung tritt.

An zahlreichen Embryonen vom Schaf und Schwein zeigte sich (Horizontalschnitte, parallel der Gaumenplatte), dass der Zwischenkiefer aus zwei anfangs völlig getrennten Ossificationspunkten sich entwickelt, von denen der laterale die Anlage des processus nasalis, der mediale die des processus palatinus darstellt. Der grösste Theil des vorderen Bogenstückes gehört ebenfalls dem lateralen Ossificationscentrum, i. e. dem processus nasalis, an.

Das Ossificationscentrum des processus palatinus gehört dem embryonalen mittleren Stirnfortsatze an, während das Bogenstück nebst dem processus nasalis seinen Knochenkern im Oberkieferfortsatze liegen hat. Wir können somit embryologisch einen äusseren und inneren Zwischenkiefer unterscheiden, deren ersterer dem Oberkieferfortsatze, deren zweiter dem inneren Stirnfortsatze angehört. Der äussere Zwischenkiefer entspricht dem »Mesognathion«, der innere dem »Endognathion« Albrecht's. Der Ossificationspunkt des äusseren Zwischenkiefers (processus nasalis + Bogen) erscheint früher als der des inneren.

Die Entwickelung des äusseren Zwischenkiefers geht auch rascher vor sich als die des inneren, insofern man an einem und demselben Embryo die Anlage des ersteren auf zahlreichen Schnitten einer Serie wahrnimmt, während die des inneren nur an 4—5 Schnitten zu sehen ist.

Der äussere Zwischenkiefer beginnt am vorderen medialen Ende der Oberkieferfortsätze zu ossificiren, während die erste Anlage des inneren an der inneren Seite des Jacobson'schen Organs zu sehen ist; lateral von dieser Anlage erscheint der Jacobson'sche Knorpel, medial die Anlage der Gegenseite.

Der äussere Zwischenkiefer erscheint stets als primärer Knochen, ohne knorpliges Vorstadium; für die Anlage des inneren ist zu bemerken, dass sie mit jungem, fast nur aus Zellen bestehendem Knorpel noch Ähnlichkeit hat, während die äussere schon Knochen

zeigt. In einem Falle von Gaumenspalte bei einem Rindsembryo erschien der innere Zwischenkiefer, der vom äusseren durch die Spalte getrennt geblieben war, entschieden knorplig.

III.

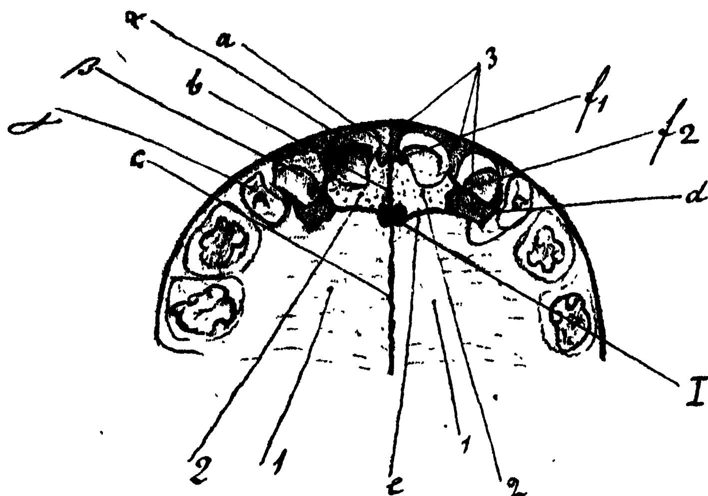
In den Sammlungen des anatomischen Institutes, der Thierarzneischule und der landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin, welche mir von den betreffenden Herren Directoren freundlichst zur Disposition gestellt wurden, fand ich 8 Schädel von Canis familiaris verschiedener Rassen mit je 7 Schneidezähnen (statt 6), 2 Pferdeschädel mit 8 Schneidezähnen (statt 6), 1 Menschenschädel mit 5 (statt 4). Alle diese überzähligen Incisores gehörten dem Oberkiefer an. Es scheint sonach, dass die Zahl der Schneidezähne keine festbestimmte ist, und wir können daher eine Überzahl derselben bei Missbildungen wohl begreiflich finden.

IV.

Am Gaumengewölbe fötaler menschlicher Schädel vom 6. bis 8. Monate, dann bei Neugeborenen, nicht selten indessen auch noch bei älteren Kindern und bei Erwachsenen, zeigen sich vorn fünf verschiedene Nähte, oder doch Spuren derselben, darunter zwei paarige und eine unpaare. Die unpaare Naht nimmt die Mittellinie ein und finde ich dieselbe bei einem achtmonatlichen menschlichen Fötus, bei dem alle Theile gut erhalten waren, unter Berücksichtigung der beiden verschiedenen Ossificationscentren des Os intermaxillare, in drei hintereinanderliegende Abschnitte zerlegbar. Ganz vorn biegt sich die Anlage des äusseren Zwischenkiefers (Mesognathion, ALBRECHT, vorderes Bogenstück des os intermaxillare) beiderseits hakenförmig zur Mittellinie um nach hinten, dem processus palatinus dieses Knochens (Endognathion, ALBRECHT) entgegen, so dass, beim Menschen wenigstens, das vorderste Ende der medianen unpaaren Naht noch zwischen den beiden ossa intermaxillaria externa, (Mesognathia, ALBRECHT) zu denen hiernach das genannte Bogenstück zu rechnen ist, liegt.

Es folgt dann ein Theil der medianen Naht, welcher von den beiden processus palatini des Intermaxillare, i. e. ALBRECHT's Endognathia, eingeschlossen wird, und schliesslich hinten das Nahtstück zwischen beiden Oberkiefern (Ossa exognathia ALBRECHT.) Diese drei Abtheilungen der medianen Naht sind in der Figur mit den Buchstaben *a*,

b und *c* bezeichnet. *a* liegt zwischen den beiden vorderen kleinen Haken der ossa mesognathia (3, vorderer Strich), *b* zwischen den beiden Endognathia (2), *c* zwischen den beiden Exognathia (1).



Die erste, mehr nach vorn gelegene paarige Naht (f_1 und f_2) beginnt vorn, von der unpaaren Mediannaht ausgehend, zwischen dem medianen Haken des Mesognathion und dem Endognathion, tritt dann in die Alveole des medialen Schneidezahns, wo sie sich dem Blicke entzieht, wird dann im Alveolarseptum zwischen medianem und lateralem Schneidezahn wieder sichtbar und läuft nach hinten (f_2); sie trennt das Mesognathion (3) vom Endognathion (2). Die zweite mehr nach hinten erscheinende paarige Naht trennt zunächst der Mittellinie das Endognathion (2) vom Exognathion (1) — *e* in der Figur — trifft dann auf die eben beschriebene paarige Naht und trennt weiterhin — s. *d* in der Figur — das Mesognathion (3) vom Exognathion (1). Sie beginnt an der Medianlinie mit dem foramen incisivum und läuft im Bogen in das Septum interalveolare zwischen lateralem Incisor und Caninus aus. Die Buchstaben *α*, *β* und *γ* der Figur weisen auf den medialen Incisor (*α*), den lateralen (*β*) und den Caninus (*γ*), welche sammt ihren Alveolen gezeichnet sind.

Wie man aus einer Vergleichung der bisher mitgetheilten Figuren dieser Nähte — s. z. B. Fig. 1 bei Albrecht »Sur les 4 os intermaxillaires etc., Bruxelles 1883. 8« ersieht, weicht der hier mitgetheilte Befund einigermaassen ab, namentlich insofern, als das hakenförmig zur Medianlinie umgebogene vordere Stück des Mesognathion nicht bekannt war. So kommt es denn auch, dass wir vorn am sogenannten Oberkieferknochen des Menschen keine Naht zwischen Endognathion

und Mesognathion (ALBRECHT's sutura interincisiva s. endo-mesognathica) sehen.

In einer Grab-Capelle zu Goslar fand ich den Schädel eines erwachsenen Mannes, an dem auf der linken Seite die eben beschriebenen Nähte in fast vollständiger Ausdehnung gut sichtbar waren.

Manche ausgewachsene Thiere zeigen noch deutlich eine Furche zwischen os endo- und os mesognathion, i. e. zwischen innerem und äusserem Zwischenkiefer. Am Schädel einer Antilope Saiga aus der Sammlung von Prof. NEHRING zeigte das Endognathion sich noch völlig durch eine Naht vom Mesognathion getrennt.

V.

Zufolge der aufgeführten Befunde und auf Grund der eigenen Untersuchung zahlreicher Spaltbildungen bei Thieren und Menschen habe ich die Ansicht gewonnen, dass, wenn wir die Gesichtsfortsätze in Betracht ziehen, die labiale Spalte stets zwischen Oberkieferfortsatz und innerem Stirnfortsatze liegt, wie es A. und THEODOR KÖLLIKER, HIS u. A. behaupten; ziehen wir dagegen die Knochen heran, so muss ich ALBRECHT beistimmen, welcher die Kieferspalte nicht zwischen maxillare superius und intermaxillare, sondern im letzteren selbst (zwischen seinem Endo- und Mesognathion) findet. Wenigstens habe ich bei meinen bisherigen Untersuchungen keinen Fall angetroffen, der sich anders verhalten hätte.

Die Parasiten des Zitterwelses.

Von Prof. G. Fritsch.

(Vorgelegt von Hrn. F. E. Schulze am 7. Januar [s. oben S. 3].)

Hierzu Taf. I.

Als ich im Jahre 1881 in Aegypten die in den Monatsberichten (22. December 1881. S. 1150—1160) erwähnten Untersuchungen über den Zitterwels anstellte, hatte ich nach Möglichkeit auf Parasiten des Thieres geachtet, da das Vorkommen derselben im Hinblick auf die Lehre von der Immunität des Fisches gegen die eigenen elektrischen Schläge von Wichtigkeit erscheinen musste.

Die Untersuchung war auch deshalb angezeigt, weil vom Zitterwels über solches Vorkommen in der Litteratur Nichts bekannt war; weder in den Parasitenverzeichnissen nach ihren Wirthen von Diesing[1], noch in der neueren Bearbeitung von von Linstow[2], hat sich der *Malopterurus* bisher einen Platz erobert. Es ist mir nicht gelungen, anderweitig darüber irgend etwas aufzufinden, und ich möchte daher das Vorkommen von Parasiten im genannten Fisch als unbeschrieben betrachten.

Aegypten hat wohl den zweifelhaften Vorzug unsere Parasitenkunde mehr bereichert zu haben als irgend ein anderes Land der Erde, sowohl was die Zahl als die Mannigfaltigkeit der dort auftretenden Formen anlangt. Es scheint gleichsam unerschöpflich daran, denn nachdem sich Bilharz unsterbliche Verdienste um unsere Kenntniss gefährlicher Parasiten daselbst erworben hatte, lieferte Wedl 1861 neue Beiträge zur Helminthenfauna Aegyptens und machte später Sonzino auf andere interessante Formen aufmerksam, die zum Theil durch Leuckart beschrieben wurden.

Es scheint, dass ich zufällig besonders glücklich war in der Auffindung von Parasiten im Zitterwels, da Bilharz doch höchst wahrscheinlich vergeblich in dem von ihm so viel durchforschten Thier nach solchen gesucht hat, während ich vier verschiedene Genera darin zu constatiren vermochte.

[1] Systema Helminthum. Vindeb. 1850—51.
[2] Compendium der Helminthologie von O. von Linstow. Hannover 1878.

I. Cestoden.

Unter diesen ist wiederum eine neue, höchst merkwürdige Form, welche auf den flüchtigen Blick einem *Phyllobothrium* nicht unähnlich sieht, obwohl sie thatsächlich mit demselben Nichts gemein hat. Die Bildung ist keinem der bisher beschriebenen Genera unterzuordnen, sie stellt in mehrfacher Hinsicht ein verbindendes Glied zwischen den Bothriocephalen und den Taenien dar, und bringt gleichsam den Beweis für die auch sonst schon aufgestellte Ansicht, dass die bei den Bothriocephalen am oberen Ende der Sauggruben gelegentlich auftretenden sogenannten secundären Saugmündchen die den Saugnäpfen der Taenien homologen Bildungen sind. Während ich geneigt bin, die Form ihrem allgemeinen Habitus, der Kopfbildung und dem Charakter der Geschlechtsorgane gemäss, welche an die bei Pseudophylliden vorkommenden erinnern, zu den Bothriocephalen zu stellen, würde sie ein Anderer, der die vier deutlichen Saugnäpfe und die randständigen Genitalöffnungen allein berücksichtigt, vielleicht lieber den Taenien einreihen.

Folgendes möchte ich als Diagnose für dies neue Genus in Vorschlag bringen:

Corallobothrium n. g.

Caput bothrio uno terminali, fere plano, ovali lateribus attenuatis, superficie et margine crispo. Acetabula quattuor cruciatim posita, in bothrii medio profunde inserta. Collum nullum. Corpus articulatum, depressum, subaequale vel retrorsum angustatum. Organa genitalia typica, orificia marginalia involuta.

Die Kopfform schliesst sich recht auffallend an diejenige des *Caryophyllaeus*, nur ist die Sauggrube in ihrer ovalen, nach beiden Seiten leicht verschmälerten Gestalt, viel regelmässiger gebildet. Von oben gesehen erinnert dieselbe durch ihren Umriss, sowie durch die vorspringenden Riffe und Falten an die Bildung eines noch jugendlichen Corallenstockes, etwa einer *Oculina*, und danach habe ich obigen Namen gewählt. Von den Saugnäpfen ist oberflächlich absolut Nichts zu entdecken, da sich die Zugänge zu ihren Hohlräumen gänzlich zwischen den zottigen Vorsprüngen der oberen Fläche verstecken; erst ein Durchschnitt des Kopfes zeigt, dass sie vorhanden und in typischer Weise gebildet sind. Ihre Musculatur ist so kräftig und geschlossen wie bei einem echten Taeniensaugnapf und bildet in ihrer Anordnung die bekannte Gestalt des Schröpfkopfes.

Der Habitus des ganzen Thieres ist auffallend derb und kräftig, es bildet rundliche, weisse Klumpen im Darm des Fisches, die erst

nach sorgfältiger Waschung von Nahrungsresten mit Sicherheit zu unterscheiden sind, zumal Bewegungserscheinungen an den trägen Thieren sich kaum constatiren lassen. Dadurch wird es allerdings aussichtlos mit ihnen in Bezug auf Empfindlichkeit gegen den elektrischen Schlag des Fisches zu experimentiren.

Der gedrungene Habitus veranlasste mich die in fünf Exemplaren aufgefundene Art *Corallobothrium solidum* n. sp. zu nennen, und dafür folgende Diagnose aufzustellen:

C. solidum n. sp.

Corpus solidum breve. Bothrium dimidio fere corpore latius. Acetabula rotundata, robusta, inter bothrii jugis plane occulta. Articuli tenues crenati. Long. – 4^{cm}. Lat. 0.3 — 0.5^{cm}. *Habitat in intestino crasso Malopteruri electrici, Octobri, Novembri.*

Die Form schliesst sich nach dem bereits Angeführten den *Monobothria* Diesing's an, von deren Genus *Bothrimonus* Diesing[1] selbst treffend sagt: »*Singularis bothrii forma marginum coalitu perfecto solummodo forsan explicanda.*« Von ausserdem auftretenden Saugnäpfen ist aber nirgends etwas erwähnt.

Es lag nun nahe, die von Wedl beschriebenen Formen in nähere Vergleichung zu ziehen, zumal hierunter solche sind, die bei *Heterobranchus anguillaris,* also einem verwandten Fisch aus demselben Flussgebiet, beobachtet wurden. Unter ihnen beschrieb Wedl ebenfalls ein neues Genus, welches er *Marsypocephalus* (Taschenkopf) nannte, weil es vier taschenförmige Sauggruben am Kopfende trägt; durch dieselben wird der oben gerundete Kopf in vier deutlich abgegrenzte Felder eingetheilt von scharfen Hautfalten umsäumt, die zwischen den Feldern prominiren. Die Taschen selbst erklärt Wedl ausdrücklich »als den Saugnäpfen der Taenien unähnlich« und zwar mit Recht, da sich in ihnen wie in echten Sauggruben Büschel fiederförmig ausstrahlender Muskelfasern mit kreisförmig angeordneten durchflechten. Zudem fand er die schwierig zu constatirenden Genitalöffnungen auf den Flächen der Glieder.

Mit dieser Art kann also die in Rede stehende nicht zusammengehören, von welcher beistehend eine den Längsschnitt des Kopfes darstellende Skizze (Fig. 2 Taf. I) zur besseren Verständigung gegeben wird. Man sieht daran die Fältchen der Sauggrube im Durchschnitt, wo sie finger- oder zottenförmig erscheinen, dazwischen eingebettet zwei von den vier Saugnäpfen mit den schmalen, nach Aussen führenden Mündungen. Die straffe Anspannung der Längsmusculatur des

[1] Systema helminthum. Vol. I. p. 578.

Thieres veranlasst ein seitliches Ausweichen der Körpermitte in abwechselnd nach vorn und hinten gerichteten Ausbuchtungen (vergl. Fig. 1 Taf. I), so dass der Längsschnitt nicht in grösserer Ausdehnung derselben Schicht folgen kann, sondern sehr bald als Schrägschnitt den Körper durchsetzt. Die Abbildung ist daher in dieser Hinsicht aus mehreren Schnitten combinirt, um leichter verständlich zu werden.

Man erkennt ohne Schwierigkeit, dass die schmalen, ohne Vermittelung eines Halses dem Kopf angefügten Glieder, sehr bald geschlechtsreif werden. Der kräftige Penis liegt aufgerollt in einer Penistasche, welche in den Einkerbungen der Leibeswand tief versteckt sitzt; neben derselben mündet die mit anfangs starker Wandung versehene Vagina, welche in fast geradem Verlauf zu dem als mässige Erweiterung erscheinendem Receptaculum seminis führt, und dann scharf nach hinten umgebogen als engerer Canal sich mit den aufgeknäuelten Eileitern vereinigt. Die Vereinigungsstelle ist mit der Schalendrüse umgeben, während jenseits derselben der Fruchthälter ebenfalls mit divergirenden Schläuchen beginnt (vergl. Fig. 3, 4), nachdem bereits in den Eileitern die Elemente des Nebendotters aus den an den beiden Seiten des Gliedes lagernden Dotterorganen hinzugetreten sind. Ob von den spärlichen Schläuchen dieser Gegend ein Theil oder gewisse Abschnitte der Eiweissproduction speciell zugewiesen sind, vermag ich an meinem Material nicht mit Sicherheit festzustellen.

Die beigegebene Tafel zeigt ein Individuum in natürlicher Grösse als Fig. 1, den erwähnten Längsdurchschnitt des Kopfes als Fig. 2 und zwei Querschnitte eines reifen Gliedes durch die Mitte und durch den unteren, die Keimdrüsen enthaltenden Theil (Fig. 3 u. 4).

Nächstdem trat in mehreren, leider meist unvollständigen Exemplaren ein anderer schmaler, langstreckiger Bandwurm auf, dessen Wachsthumsverhältnisse grossen Abänderungen unterliegen, wie es auch bei anderen Cestoden häufig beobachtet wird. Die langgestreckten Formen werden spät geschlechtsreif, die kräftigen mit gedrängten Gliedern bald; die Zahl der Glieder bis zur vollen Geschlechtsreife kann darum die gleiche sein, wenn auch die Gesammtlänge ausserordentlich abweicht. Die genaue Zahl der zur vollen Geschlechtsreife benöthigten Glieder liess sich wegen der Unvollständigkeit nicht genau feststellen, sie dürfte 100 bis 150 betragen.

Der Habitus des in Rede stehenden Bandwurmes erinnert an manche Bewohner unserer Süsswasserfische, doch vermochte ich sie

bisher mit keiner derselben sicher zu identificiren. Da Taenien aegyptischer Fische bisher überhaupt nicht zahlreich beschrieben sind und von der zu beschreibenden unterschieden werden können, möchte ich die Form wenigstens vorläufig als neu hinstellen und nach dem Vorkommen Taenia Malopteruri n. sp. nennen. Zur Diagnose diene Folgendes:

Taenia Malopteruri n. sp.

Caput quadrangulare, acetabulis quattuor, anguláriter positis robustis. Rostellum hemisphaericum, spinis obtusis vel tuberculis minimis ornatum. Collum mediocre. Aperturae genitalium marginales leviter circumvallatae. Corpus sulco profundo per medium impressum. Articuli adulti dimidio fere longiores quam lati, proglottides breves, contracti.

Habitat in intestino Malopteruri.

Damit sind die wesentlichsten Merkmale der Art erschöpft.

Auf dem ziemlich breiten und kurzen Hals erhebt sich das niedrige, regelmässig gerundete Rostellum zwischen den vier Saugnäpfen, deren Durchmesser denjenigen des Rostellum übertrifft. Sie sind von typischer Bildung, etwas nach oben gerichtet, und schliessen dicht an ersteres an, dessen Oberfläche durch winzige stumpfe Vorsprünge wie punktirt erscheint. Es erinnert so an das Rostellum der Taenia elliptica BATSCH und verwandter Arten. Erst nachdem die Gliederkette eine beträchtliche Länge erreicht hat, treten die Andeutungen der sich bildenden Geschlechtsorgane hervor, wie gewöhnlich zunächst mit der Anlage des Vas deferens, Cirrusbeutel und Vagina beginnend.

Die sehr bald nachfolgenden Anlagen der Keimstöcke erreichen bei beginnender Reife des Gliedes am hinteren Ende eine beträchtliche Ausdehnung bei flügelförmiger Gestalt, zu welcher Zeit auch die Hodenbläschen in enormer Entwickelung durch den ganzen übrigen Theil des Gliedes verstreut erscheinen. Der Porus genitalis, in der Mitte der einen Kante gelegen, zeigt einen oben und unten leicht gewulsteten Rand und enthält in der so gebildeten, etwas spaltförmigen Einsenkung die nebeneinander liegenden Genitalöffnungen.

Der Penis rollt sich im Cirrusbeutel nicht auf, wie bei der zuvor beschriebenen Art, sondern ist in sich selbst so weit eingestülpt, dass der Beutel das obere Ende des nicht erigirten Gliedes umschliesst. Die musculöse, verbreiterte Basis des Penis giebt dann dem Organ die Gestalt einer schlanken Birne. Eine besondere Bekleidung habe ich an dem erigirten Gliede nicht bemerken können. Das Vas deferens macht seinen stärksten Knäul gegen die Mitte des Gliedes zu und wendet sich hier nach vorn, während die Vagina sich von ihm in

scharfer Biegung nach hinten krümmt, wo sich die Anlage der Schalendrüse ebenfalls schon sehr früh als ein dichterer Knoten bemerkbar macht. Die in den vorderen Gliedern mit einer tingirbaren Flüssigkeit gefüllte, sehr gerade gebaute mediale Anlage des Fruchthälters erscheint an den späteren Gliedern leer oder mit wässeriger Flüssigkeit gefüllt und die Leibeswand, die äusserlich kenntliche Furche bildend, sinkt etwas in diesen Hohlraum ein.

An dem befruchteten Gliede sieht man ihn auch gewöhnlich nicht stark mit Eiern erfüllt, sondern die Eier schieben sich bald in seine seitlichen Aussackungen, in welchen dieselben wie schichtweise übereinandergepackt mit schmalen Substanzlagen dazwischen angehäuft werden. Die enge Aneinanderlagerung der Eischichten wird mit dem steigenden Alter des Gliedes immer beträchtlicher, indem eine ungewöhnlich starke Schrumpfung Platz greift. Während die beginnende Geschlechtsreife noch quer oblonge Glieder aufweist, die reifenden quadratisch werden, bis endlich der Längsdurchmesser etwa um die Hälfte überwiegt, sinkt dieser Durchmesser wieder weiter abwärts bis auf wenig mehr als ein Drittel. Die innere Organisation ist durch den Schwund der Hoden und die Schrumpfung der Keimstöcke so stark verändert und unkenntlich geworden, dass es schwer hält, die Zugehörigkeit der reifen Proglottidenstücke zu den noch functionirenden Geschlechtsgliedern zu erkennen. Es bleibt als Kennzeichen besonders der birnförmige Penis in dem Cirrusbeutel, sowie die Reste des mächtigen, locker aufgeknäuelten Vas deferens.

Bei beiden soeben beschriebenen Cestodenarten haben die Eier eine sonderbare cuticulare Bekrönung von stark lichtbrechendem Vermögen, welche im Durchmesser etwa den fünften Theil des Ei-Umfanges einnimmt und an Höhe der Dicke der cuticularen Schicht eines gewöhnlichen Cestodeneies, z. B. der *Taenia solium* gleichkommt, welche bekanntlich das ganze Ei gleichmässig umgiebt.

Auf Taf. I wurde als Fig. 5 das Kopfende eines solchen Bandwurmes dargestellt, während Fig. 6 ein durchsichtig gemachtes, befruchtetes Glied desselben anschaulich machen soll, in dem die Ausbildung des Fruchthälters etwa die Hälfte der späteren vollen Grösse erlangt hat. Der Penis ist am Porus genitalis hervorgetreten und hat so die birnenförmige Gestalt des retrahirten Organes aufgegeben; im Cirrusbeutel erkennt man an der Basis des Penis noch eine bulbusartige Anschwellung.

In der vorstehenden kurzen Beschreibung der beiden Malopterurus-Bandwürmer wurde ein Punkt der Organisation nur flüchtig berührt, der sich daran anknüpfender Controversen wegen einmal wieder aus-

führlicher erörtert werden sollte. Sommer's[1] verdienstvollen Arbeiten verdanken wir es, wenn jetzt allgemein anerkannt wird, der zeitweilig als Dotter bereitendes Organ aufgefasste Keimstock liefere wirklich die Eikeime; ich glaube aber, es geht zu weit, wenn man behauptet, dass bei allen Cestoden dasselbe Organ auch den Nebendotter liefere, sondern mir scheint bei vielen Cestoden, besonders der Fische, wie z. B. bei den in Rede stehenden, thatsächlich ein bestimmter, mehr peripherisch angeordneter Abschnitt des Geschlechtsapparates, der histologisch wohl unterscheidbar ist, mit der Bildung des Nebendotters betraut zu sein. Es schliesst diese Behauptung die Richtigkeit der Sommer'schen Angaben für die von ihm genauer beschriebenen Arten keineswegs aus. Nach der Litteratur zu schliessen, hat auch ein grösserer Theil der Autoren an der Existenz gesonderter Dotterbereitungsorgane bei manchen Cestoden festgehalten.

II. Nematoden.

Die Rundwürmer sind wegen ihrer einfachen Gestalt und wenig verschiedenen inneren Organisation noch mühsamer zu bestimmen als die Bandwürmer. Es ist häufig schwer, sich die Überzeugung zu verschaffen, ob eine bestimmte, gelegentlich zur Beobachtung gelangte Form auch schon anderswo aufgefunden wurde oder nicht.

Ich würde mich daher mit der Erwähnung begnügen, dass sich im Schleim des Magens von *Malopterurus* vereinzelte Exemplare von einem *Trichosomum* fanden, wenn diese Art nicht durch die eigenthümliche Ausstattung ihrer Leibeswand unsere Aufmerksamkeit in besonderer Weise in Anspruch nehme. Indem ich die Species nach dieser Eigenthümlichkeit benenne, schlage ich folgende Diagnose vor:

Trichosomum papillosum n. sp.

Corpus retrorsum sensim increscens, extremitate caudali feminae parum angustata obtusa. Cutis ubique sed in medio corporis frequentius papillis laevibus, irregulariter sparsis ornata. Os intumescentia humili circumdatum. Long. fem. 1.5 cm. *Habitat in Ventriculo Malopteruri.*

Das gewöhnlich seltenere männliche Geschlecht kam nicht zur Beobachtung, und ist die Diagnose also in diesem Punkte unvollständig. Da selbst aus den civilisirten Ländern Trichosomen in kaltblütigen Thieren bisher nur wenig beobachtet wurden und die bisher

[1] Über den Bau und die Entwickelung der Geschlechtsorgane von *Taenia mediocanellata* und *Taenia solium*. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1884 S. 499.

beschriebenen meines Wissens den Besatz der Haut mit zahlreichen, scharf vortretenden Papillen nicht zeigen, so möchte ich auch diesen Parasiten für neu halten. Hinter dem conisch vortretenden ovalen Körperende zeigt sich eine leichte Anschwellung, die den kleinen Kegel mit der punktförmigen Mundöffnung wie eine Art Kragen umgiebt, was die beigegebene Skizze (Fig. 7 Taf. I) zu veranschaulichen sucht.

An der inneren Organisation wurden auffallende Abweichungen von der typischen Bildung der Trichosomen bisher nicht beobachtet; die im Uterus befindlichen Eier sind gross und wohlgebildet von der gewöhnlichen, schwach biscuitförmigen Gestalt, an beiden Polen mit zapfenförmigem Anhang der Schale.

Diese, wie es scheint, nur selten vorhandenen und schwer aufzufindenden, kurzen Härchen vergleichbaren Thiere müssen trotz ihrer Zartheit doch im Stande sein, den gewaltigen Schlägen des Fisches, die sein Inneres durchströmen, Widerstand zu leisten und sich also einen bemerkenswerthen Grad von Immunität angeeignet haben.

Noch viel auffallender tritt aber diese Immunität der Entozoen zu Tage, wenn man die vierte, hier zu erwähnende Art in's Auge fasst. Dieselbe ist von geringem zoologischen aber von hohem Interesse für die soeben berührte Frage.

In sehr vielen unserer Seefische wie unserer Flussfische finden sich mannigfach durch den Körper vertheilt Rundwürmer vor, die zuweilen in demselben Wirth in bemerkenswerth grosser Zahl auftreten. Die Untersuchung hat gezeigt, dass diese mit dem unpassenden Namen *Filaria piscium* von älteren Autoren belegten Würmer geschlechtlich unentwickelt sind, und wir wissen jetzt, dass sie Jugendzustände bestimmter Ascariden darstellen, die erst nach einem Wechsel des Wirthes zur Geschlechtsreife gelangen. Zu meiner grossen Überraschung fand ich einen noch jugendlichen *Malopterurus* von nur 12^{cm} Länge im hinteren Körperabschnitt in genau derselben Weise von *Filaria piscium* durchsetzt, wie irgend ein anderer, nicht elektrischer Fisch. Die Würmer fanden sich in der Leibeshöhle eingekapselt zwischen den Blättern des Gekröses, oder zwischen dem hier lagernden lappigen Fett; sie wurden beobachtet in der Musculatur der Bauchwandung, ebenfalls in Kapseln eingerollt und drangen vor in die flockige Haut Rudolphi's, ja sogar in das elektrische Organ selbst!

Es liegt auf der Hand, dass sie hier unmittelbar unter und zwischen den Batterien ihres Wirthes die elektrischen Entladungen so zu sagen aus erster Hand erhalten haben müssen und mindestens

ebenso stark, als wenn etwas an der Aussenseite vielleicht nur in der Nähe des im Wasser schwimmenden Fisches ihn zum Schlagen reizte.

Während so, wie mir scheint, durch diese Beobachtung die Immunität der Eindringlinge gegen die Elektricität des Wirthes unzweifelhaft dargethan wird, kann man auch wohl ohne Bedenken annehmen, dass ihre Einbettung in das elektrische Organ selbst schon in sehr früher Zeit erfolgt sein wird, als der feste Abschluss der Haut mit ihrem Organ gegen das darunter liegende Gewebe durch eine dichte Fascie, wie solche dem erwachsenen Fisch zukommt, den Übertritt der Würmer noch nicht erschwert hatte. Es ist denkbar, dass sie sich dann, während der heranwachsende Zitterwels seine Kraft allmählich entfaltete, ebenso an die elektrischen Schläge gewöhnt haben. Jedenfalls scheint merkwürdiger Weise ihre so gefährdete Position keinerlei Einfluss auf ihre Entwickelung ausgeübt zu haben, wohl aber hat sich in der Umgebung ihres Sitzes das elektrische Gewebe leicht entzündet und infiltrirt.

Im Hinblick auf die soeben erörterte, erstaunliche Thatsache vermissen wir schmerzlich eingehendere Untersuchungen über die Einwirkung der Elektricität auf niedere Thiere überhaupt.

Zoologisch ist über diese Nematoden wenig zu berichten. Ihre Länge möchte ich auf etwa 2—3^{mm} schätzen. Das leicht zugespitzte Kopfende zeigt um die rundliche Mundöffnung noch keine Lippenbildung sondern kleine Knötchen. Die kräftig entwickelte Leibeswand umschliesst ausser Fetttröpfchen und imbibirbaren Klümpchen von Albuminaten den einfach gebauten Darmkanal, der in seinem grössten Abschnitt, dem Mitteldarm, ein bemerkenswerth hohes cylindrisches Epithel führt. An den Durchschnitten erscheint das Lumen im Innern so schmal, dass man meint, eine tubulöse Drüse vor sich zu haben. Das Körperende ist zugespitzt wie bei Ascariden.

Papillenstellungen liessen sich wegen der durch die Schnittführung verursachten Unvollständigkeit des Bildes nicht ausfindig machen.

Interessant, aber schwer festzustellen wäre endlich noch die Frage: In welche Thiere und auf welche Weise die hier eingekapselten Würmer als an den Ort gelangen, an welchem sie die volle Geschlechtsreife erreichen?

Am wahrscheinlichsten ist es, hier wie in anderen ähnlichen Fällen, dass aasfressende Thiere (Raubvögel, Krähen) vom Fluss ausgeworfene, abgestorbene Zitterwelse fressen und so die in ihrer Einkapselung sehr widerstandsfähigen Nematoden zur Weiterentwickelung gelangen. Auf diese Weise ist dann allerdings die elektrische Waffe des Fisches kein Hinderniss mehr die Verbreitung aufzuhalten.

1886.
VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

4. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr Schott las eine Abhandlung: Zur Beurtheilung des chinesischen Polyhistors Tschü-hi. Dieselbe wird später in den Berichten erscheinen.

2. Am 27. December v. J. starb das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe, Hr. Samuel Birch in London.

3. Zu den folgenden Bewilligungen ist die Genehmigung des vorgeordneten Ministeriums erfolgt: von 250 Mark dem Director des Königl. Zoologischen und des Anthropologisch-ethnographischen Museums zu Dresden, Hrn. Dr. A. B. Meyer, zur Erforschung der antiken Strassenzüge und der sonstigen Alterthümer des Obergailthals in Kärnthen; von 3000 Mark dem Premier-Lieutenant im zweiten Westfälischen Husaren-Regiment Nr. 11, Hrn. W. von Diest, zur Bereisung des nördlichen Kleinasiens, insbesondere der Umgegend von Pergamon.

Über die centralen Organe für das Sehen und das Hören bei den Wirbelthieren.

Von Hermann Munk.

(Fortsetzung der Mittheilungen vom 12. Juli 1883 und 3. April 1884.)[1]

Hierzu Taf. II.

6. Über die Totalexstirpation der Sehsphaeren des Hundes.

Ich dachte hier meine Mittheilungen über die centralen Organe für das Sehen zum Abschlusse bringen zu können; aber wie die Dinge mittlerweile sich gestaltet haben, muss ich auf meine Erfahrungen am Hunde, welche den Ausgangspunkt dieser Untersuchungen bildeten, noch einmal zurückkommen.

Hr. Goltz, der vor neun Jahren von einer Verschiedenwerthigkeit der verschiedenen Abschnitte der Grosshirnrinde sich nicht hatte überzeugen können[2] und damit mir zur Untersuchung dieser Rinde den nächsten Anlass gegeben hatte[3], war seit den ersten Veröffentlichungen meiner Ergebnisse denselben entgegengetreten und hatte 1881 kurz und bündig als das Facit seiner Versuche hingestellt, dass er nicht ein Körnlein Wahrheit in meiner Lehre von der Grosshirnrinde hätte auffinden können[4]. Trotzdem habe ich ohne Berücksichtigung dieser Angriffe in die vorliegende Reihe meiner Mittheilungen eintreten dürfen. Denn der ungeheuerliche Umfang des Widerspruches musste zur Vergleichung der beiderseitigen Veröffentlichungen einladen, und dann konnte es nicht fehlen, dass die von Hrn. Goltz begangenen Fehler auf den ersten Blick in die Augen sprangen. Ich durfte zudem darauf vertrauen, dass Hrn. Goltz seine eigenen weiteren Arbeiten, da sie nicht wohl noch mehr fehlgehen konnten, zu einer immer grösseren Annäherung an meine Angaben führen würden.

---

[1] Diese Berichte, 1883. S. 793—827; 1884. S. 549—68.

[2] Pflüger's Archiv, Bd. 13. 1876. S. 9, 38; Bd. 14. 1877. S. 439, 440.

[3] Herm. Munk, Über die Functionen der Grosshirnrinde. Gesammelte Mittheilungen aus den Jahren 1877—80. Berlin 1881. S. 10. (Deutsche medicinische Wochenschrift, 3. Jahrg. Nr. 13 [31. März 1877].)

[4] Pflüger's Archiv, Bd. 26. 1881. S. 48.

Jetzt hat sich in einer Veröffentlichung vom Jahre 1884 die Annäherung in der That so weit vollzogen, dass Hr. Goltz[1] sogleich von freien Stücken es bekämpfen zu müssen geglaubt hat, dass man ihn in den Thatsachen »beinah« mit mir übereinstimmend finde, seine Beobachtungen an Hunden ohne Hinterhauptslappen für eine Bestätigung meiner Angaben ausgebe. Jetzt hat Hr. Goltz erkannt, dass

1. »ein Hund, welcher die Hinterhauptslappen verloren hat, sich in höchst wesentlichen Punkten von einem solchen dauernd unterscheidet, der einen grossen Theil des Vorderhirns eingebüsst hat«[2];
2. »das Hinterhirn innigere Beziehungen zu den höheren Sinnen hat als das Vorderhirn«[3];
3. »Hemianopsie nach Verstümmelung eines Hinterhauptslappens zu Stande kommt«[4];
4. »ein Hund ohne Hintergrosshirn nicht mehr versteht, was er sieht«[5] und »den äussersten Grad von Hirnsehschwäche zeigt«[6].

Aber gerade infolge dieser Annäherung sehe ich mich jetzt genöthigt, dem übrig gebliebenen Widerspruche Rechnung zu tragen.

Die thatsächliche Erkenntniss, zu welcher Hr. Goltz nunmehr gelangt ist, entspricht ungefähr dem Standpunkte, den ich bei meinen ersten Veröffentlichungen einnahm, als ich gemäss der hergebrachten Lehre vom Grosshirn die Gesichtsvorstellungen für die niedersten Leistungen der Sehsphaeren ansah. Ich habe aber später gezeigt, dass auch die Lichtempfindungen und Gesichtswahrnehmungen an die Sehsphaeren gebunden sind: und das sind für Hrn. Goltz nach wie vor »abenteuerliche Lehren« geblieben, weil er den Hund ohne Hinterhauptslappen nur fast blind, nicht stockblind gefunden hat und einen »riesigen Netzhautdefect« nicht an ihm entdecken konnte[7]. Der Widerspruch, der fortbesteht, ist also noch immer recht bedeutsam, und es ist gerade ein sehr misslicher Widerspruch, weil er auf einen einzelnen Versuch zugespitzt erscheint, für welchen Hr. Goltz den von mir angegebenen Erfolg thatsächlich bestreitet. Dass Hr. Goltz auch noch zur Aufgabe dieses Widerspruches komme, habe ich nach allem, was seine Arbeiten an Methodik und Genauig-

[1] Pflüger's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 494.
[2] Ebenda, S. 503.
[3] Ebenda, S. 480.
[4] Ebenda, S. 488.
[5] Ebenda, S. 492.
[6] Ebenda, S. 496.
[7] Ebenda, S. 494—5.

keit zeigen, keinesfalls zu erwarten. Andererseits kann ich mir aber auch nicht verhehlen, dass hier die Entscheidung zwischen mir und Goltz erheblich gegen früher erschwert ist, indem sie nur durch ein eingehenderes Studium unserer Veröffentlichungen sich gewinnen lässt. Darum glaube ich, soll nicht der Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchungen gefährdet erscheinen, nicht länger es bei meinen früheren Mittheilungen bewenden lassen zu dürfen, sondern die Aufklärung bringen zu sollen, die hier zu wünschen ist.

I.

Der Versuch, um welchen es sich handelt, ist der erste, den ich 1880 der Akademie mitzutheilen die Ehre hatte[1], der Versuch mit totaler Exstirpation der beiden Sehsphaeren. Ich hatte die Rindenpartie, welche ich in besonderen, engsten Beziehungen zum Gesichtssinne gefunden hatte, den der Gesichtswahrnehmung dienenden Rindenabschnitt der Grosshirnhemisphaere die Sehsphaere genannt und die Folgen des Verlustes kleinerer und grösserer Theile der beiden Sehsphaeren, wie auch einer ganzen Sehsphaere durch Jahre weitläufig studirt. Endlich war mir gelungen, was ich lange erstrebt hatte, beide Sehsphaeren vollkommen zu exstirpiren und die Hunde durch Monate nach der Heilung am Leben zu erhalten: die Thiere waren und blieben vollkommen blind. Ich beschrieb das Versuchsverfahren und die Schwierigkeiten der Versuche; ich zeigte noch besonders durch die Schraffirung in den beigegebenen Abbildungen — sie sind hier in den Fig. 1 bis 4 reproducirt — die Ausdehnung an, in welcher die Rinde nicht bloss an der oberen Seite, der Convexität (Fig. 1 und 2), sondern auch an der medialen (Fig. 3) und an der hinteren Seite (Fig. 4) jeder Hemisphaere zu entfernen war; ich stellte die Beobachtungen zusammen, aus welchen die volle Blindheit der Thiere sich ergab; ich führte als sehr schöne Sicherung des Ergebnisses auf, wie bei nicht ganz vollkommener Exstirpation die Thiere ein ganz anderes Verhalten zeigten, wie mit der Erhaltung eines kleinen Restes einer einzelnen Sehsphaere soviel vom Gesichtssinne übrig blieb, dass der Hund Hindernisse vermied, die Treppe ging u. s. w.

Dagegen ist Hr. Goltz im folgenden Jahre — in einer Abhandlung in Pflüger's Archiv und in einem Vortrage auf dem internationalen ärztlichen Congresse zu London — mit den Behauptungen

[1] Diese Berichte, 1880. S. 485—92 (Functionen u. s. w. S. 96—103).

aufgetreten, dass »die gesammte Sehsphaere MUNK's fortgenommen werden kann, ohne dass das Thier blind wird«[1], dass die Hunde »auch Gesichtswahrnehmungen haben können ohne die sogenannte Sehsphaere MUNK's«[2]. Klarer und bestimmter konnte der Widerspruch nicht lauten; aber auch gar nicht besser liess er sich als unberechtigt erweisen, als dies sogleich seitens des Hrn. GOLTZ selber geschah. Denn als Angriffsfeld hatte Hr. GOLTZ, wie bei seinen früheren Versuchen, »die nach Abnahme des Schädeldaches von oben her frei sichtbare Oberfläche des Grosshirns« gewählt[3], die Abschälung der »von oben her sichtbaren Rinde« hatte er ausgesprochenermaassen beabsichtigt[4]; und erreicht hatte er, wie er bei der Schilderung der Versuche immer wieder sagte, dass bis auf gewisse Reste die Rindensubstanz »oben vollständig vernichtet« war[5], »die ganze obere Fläche der Hirnrinde eine sehr ausgedehnte Zerstörung« erfahren hatte[6], »die gesammte Oberfläche der Rinde einer Hemisphaere« verloren war[7], mit der »Wegnahme eines Quadranten« »ein Viertel der von oben her sichtbaren Grosshirnrinde« eingebüsst war[8], mit der »Zerstörung der hinteren Quadranten« »die nicht erregbare Zone HITZIG's, so weit sie von oben sichtbar ist«, weggenommen war[9]. Ja wo nicht schon der Text dahin Auskunft gab[10], lehrten es die Abbildungen alle[11], dass selbst noch von der von oben her sichtbaren Rinde der Hinterhauptslappen Reste und manchmal gar nicht unbedeutende Reste stehengeblieben waren. Nichts weiter war es daher als eine unzulässige Ausdrucksweise, welche ihn und Andere täuschen musste, wenn Hr. GOLTZ, wo es ihm um den Vergleich mit meinen Versuchen zu thun war, durch seine Verstümmelungen »den gesammten Hinterlappen der Rinde beraubt«[12] oder »die ganze sogenannte Sehsphaere MUNK's in das Zerstörungsgebiet gefallen«[13] oder »die ganze sogenannte Sehsphaere verloren«[14] sein liess; und für seinen in Rede stehenden Wider-

[1] PFLÜGER's Archiv, Bd. 26. 1881. S. 48.
[2] Transactions of the international medical congress in London. London 1881. Physiology p. 24.
[3] PFLÜGER's Archiv. Bd. 26. 1881. S. 5.
[4] Ebenda.
[5] Ebenda, S. 13.
[6] Ebenda, S. 15.
[7] Ebenda, S. 27.
[8] Ebenda, S. 30.
[9] Transact. etc. Physiology p. 24.
[10] PFLÜGER's Archiv, Bd. 26. 1881. S. 13, 23.
[11] Ebenda, Taf. I—III. Fig. 2. 3. 5. 6. — Vergl. auch Journal of Physiology, Vol. IV. Fig. 1. 2., p. 292—3; Pl. IX. Fig. 14; — Fig. p. 311.
[12] PFLÜGER's Archiv, Bd. 26. 1881. S. 27.
[13] Ebenda, S. 18.
[14] Transact. etc. Physiology p. 24.

spruch fehlte jede thatsächliche Unterlage. An den Goltz'schen Hunden war überall und ohne Ausnahme noch mehr von den Sehsphaeren erhalten geblieben, als an denjenigen Thieren, welche ich als Beispiele einer nicht ganz geglückten Exstirpation beschrieben hatte[1]; und indem jene Hunde nach der unvollkommenen Exstirpation ihrer Sehsphaeren sehr beträchtliche Sehstörungen zeigten, aber nicht vollkommen blind waren, bestätigten sie nur meine Angaben, anstatt sie, wie Hr. Goltz es wollte, zu widerlegen.

Hrn. Goltz' Veröffentlichung vom Jahre 1884 hat mir denn auch die ausreichende Genugthuung gebracht. Denn nicht bloss gedenkt dort Hr. Goltz jener seiner älteren Versuche nur noch ganz nebensächlich, sondern wir hören auch dabei von ihm selber, dass seine Hunde, welche früher die Rinde der gesammten Hinterlappen oder die ganzen Sehsphaeren verloren haben sollten, nur »eine sehr umfangreiche und tiefe Verstümmelung beider Hinterhauptslappen« oder »sehr grosse Verletzungen derselben« erfahren hatten[2]. Deutlich genug war damit der begangene Irrthum zugestanden und meine beiläufige Bemerkung[3], welche die Goltz'schen Behauptungen unbegreiflich oder mindestens nicht ernsthaft zu nehmen fand, als zutreffend anerkannt.

Aber die neue Veröffentlichung hat zugleich den Widerspruch gegen meinen Versuch in einer anderen Form aufgenommen. Hr. Goltz hat jetzt die ganzen Hinterhauptslappen an Hunden zerstört oder abgetragen und immer, wie es heisst[4], dieselben Störungen mit geringfügigen Unterschieden des Grades beobachtet, wie an demjenigen Thiere, von welchem er die Erscheinungen beschreibt. Dieses »besonders zum Beweise benutzte« Thier war bloss »fast blind«[5]. »Ein Hund ohne Hintergrosshirn«, sagt Hr. Goltz[6], »kann also zweifellos noch sehen. . . . Auf entgegenstehende Beobachtungen Munk's[7] lege ich nicht das geringste Gewicht. Wenn dieser gefunden hat, dass Säugethiere und Vögel nach Wegnahme gewisser Abschnitte der Rinde stockblind werden, so ist, wie ich oben erörtert habe, mit solchen negativen Ergebnissen nicht viel anzufangen. Sie werden für die Frage der wissenschaftlichen Erforschung der Function des Hinterhauptslappens werthlos, sowie auch nur ein einziger Fall bekannt wird, in welchem trotz des Eingriffs das Sehvermögen fortbesteht.«

---

[1] Functionen u. s. w. S. 101—2.
[2] Pflüger's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 492.
[3] Diese Berichte, 1883. S. 801.
[4] Pflüger's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 498.
[5] Ebenda, S. 494, 490—3.
[6] Ebenda, S. 493—4.
[7] Hier citirt Goltz meine Abhandlung in diesen Berichten, 1883. S. 793.

Dass jener Hund »noch ein Restchen der von MUNK erfundenen Sehsphaere besitze«, könne man, meint Hr. GOLTZ weiter, nicht annehmen, da der Hund gar nicht wie ein Thier oder ein Mensch mit Netzhautdefect sehe; und »noch bei weitem schlagender gegen die abenteuerlichen Lehren MUNK's spreche die Thatsache, dass der Hund nach der Operation eingebildete Hindernisse meidet«[1].

Was ich so in allem wesentlichen möglichst präcis zusammengefasst habe, kommt ersichtlich darauf hinaus, dass wiederum die volle Blindheit der Thiere als Folge des Verlustes der Sehsphaeren bestritten wird. Doch wird es diesmal nicht geradeheraus gesagt; und dass die neue Form des Widerspruches der alten gegenüber an Klarheit und Bestimmtheit so auffällig weit zurückbleibt, verräth unmittelbar die Schwäche, welche dem neuen Angriffe zukommt.

Ich stimme mit Hrn. GOLTZ ganz darin überein, dass nach Verletzungen der Centralorgane, wie es Hr. SCHIFF[2] schon vor langer Zeit gelehrt hat, für die Folgerungen ein besonderes Gewicht darauf zu legen ist, welche Functionen deutlich erhalten sind: dass, wenn z. B. ein Thier nach Wegnahme eines bestimmten Hirnabschnittes noch sieht, mit voller Sicherheit behauptet werden kann, der weggenommene Hirntheil könne nicht der einzige sein, welcher dem Gesichtssinn vorsteht, und dass eine einzige solche positive Beobachtung mehr werth ist als unzählige negative[3]. Habe ich diese Überlegungen in meiner knappen Darlegung auch nicht besonders erörtert, wie Hr. GOLTZ, so habe ich mich doch gerade mit von ihnen überall leiten lassen, als ich von den ersten kleinen Verletzungen aus, durch welche ich den einen oder den anderen Sinn gestört fand, zu meiner schliesslichen Abgrenzung der Sinnessphaeren an der Grosshirnrinde vordrang. Denn ich sollte meinen, ich hätte es genugsam bei jeder Gelegenheit betont und durch die stete Wiederholung sogar bis zum Überdruss hervorgehoben, dass ich die verschiedenen Rindenabschnitte als Sehsphaere, Hörsphaere u. s. w. hinstellte, nicht bloss weil durch die Verletzung das eine Mal die Gesichtswahrnehmung, das andere Mal die Gehörswahrnehmung u. s. w. geschädigt oder verloren war, sondern auch weil dort jede andere Sinneswahrnehmung ausser der Gesichtswahrnehmung, hier jede andere Sinneswahrnehmung ausser der Gehörswahrnehmung sich unversehrt erwies. Dementsprechend würde ich trotz allen meinen Versuchen unweigerlich mich beugen, sobald ein Hund nach dem Verluste der Sehsphaeren

---

[1] PFLÜGER's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 494—5.

[2] Lehrbuch der Physiologie, Lahr 1858—59. S. 231. — Vergl. auch WERNICKE, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten. Kassel 1881. Bd. I. S. 284.

[3] GOLTZ, PFLÜGER's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 455.

nicht vollkommen blind gefunden wäre; wie er gesehen, brauchte dabei gar nicht weiter in Frage zu kommen, der Hund müsste nur überhaupt gesehen haben. Aber einen solchen Hund hat Hr. GOLTZ auch jetzt nicht aufweisen können. Wohl haben die Hunde, von welchen er neuerdings erzählt, zweifellos alle gesehen; aber ebenso zweifellos, wie sich zeigen wird, waren ihnen die Sehsphaeren nicht vollkommen exstirpirt.

Wer an recht grossen und merkwürdigen Verstümmelungen des Grosshirns Gefallen findet, mag durch die neuen GOLTZ'schen Versuche vollauf befriedigt gewesen sein, da er las, dass Hr. GOLTZ nicht weiter bei der Rinde sich aufgehalten, sondern sogleich die ganzen Lappen exstirpirt und nach solchen Abtragungen mit ausgedehnter Eröffnung der Ventrikel, welche bis dahin für unbedingt tödtlich galten, die Hunde lange am Leben erhalten hat. Für unsere wissenschaftliche Frage jedoch ist jenes Übermaass der GOLTZ'schen Leistung ohne Bedeutung. Dafür handelt es sich einzig und allein darum, ob die GOLTZ'schen Versuche den bestimmten Anforderungen entsprachen, welche sie zu erfüllen hatten. Nicht von einem ganz nebelhaften »Hintergrosshirn«, auch nicht von verschwommenen, hinsichtlich ihrer Grenzen gar nicht oder schlecht definirten »Hinterhauptslappen«, sondern von symmetrischen, in ihrer Ausdehnung durch Wort und Bild genau bezeichneten Rindenabschnitten, welche ich die Sehsphaeren nannte, hatte ich es ermittelt, dass ihr Verlust die andauernde volle Blindheit des Hundes mit sich bringt: und eben diese Rindenabschnitte mussten den Hunden fehlen, deren Sehen meine Ermittelung widerlegen sollte.

Dass es darauf ankam, hat auch Hr. GOLTZ sehr wohl gefühlt; sonst hätte er nicht — »um Deutungskünsten sofort zu begegnen« — das Fehlen »eines riesigen Netzhautdefectes« der Annahme entgegengehalten, dass sein Hund noch ein Restchen der Sehsphaere besass. Um so auffälliger aber ist dann die äusserste Dürftigkeit des Materiales, welches die GOLTZ'sche Mittheilung für die entscheidende Beurtheilung zur Verfügung stellt. In zahlreichen Fällen, hört man, waren beide Hinterhauptslappen mittelst des Scheerenbohrers bis auf einen basalen Rest verstümmelt oder zerstört, bez. mit dem Messer abgeschnitten[1]; aber an einen einzigen Fall sind »der Einfachheit der Darstellung halber« alle Ausführungen geknüpft, von den übrigen Fällen erfährt man nichts, als dass »dieselben Störungen mit geringfügigen Unterschieden des Grades sich beobachten liessen«[2]. Und von jenem »vor-

[1] PFLÜGER's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 487.
[2] Ebenda, S. 498.

zugsweise verwertheten« Falle heisst es[1]: »Der Fall betrifft einen Hund, welchem ich in zwei Operationen, nämlich am 17. October 1882 und am 22. Januar 1883 beide Hinterhauptslappen mit dem Messer quer abgeschnitten habe. Das Thier ist noch heute am 4. Mai 1884 munter und wohlgenährt. Von den beiden exstirpirten Hinterhauptslappen wog der linke in frischem Zustande 6.75, der rechte 6.8^{g}. Beide habe ich in Chromsäure aufbewahrt. Die Länge des rechten Lappens in sagittaler Richtung beträgt 30^{mm}, die des linken 27^{mm}. Jedes der beiden Stücke hat eine Breite von 42^{mm}. Der Hund, welchem diese Hirnstücke genommen wurden, hat eine Länge von 75^{cm}, gemessen von der Schnauzenspitze bis zur Schwanzwurzel. Seine Schulterhöhe über dem Erdboden beträgt 36^{cm}. Die frontalen Schnitte, durch welche beide Hinterhauptslappen vom übrigen Grosshirn abgelöst wurden, fielen in das absteigende Horn des Seitenventrikels. In jeder Operation wurde das Ammonshorn in erheblicher Strecke verletzt.« Ähnlich hatte es vorher, wo die Folgen der Abtragung eines Hinterhauptslappens behandelt wurden, gelautet[2]: »Die vordere Grenze des Hinterhauptslappens wähle ich willkürlich, indem ich als solche einen queren Schnitt nehme, der das absteigende Horn des Seitenventrikels öffnet. Durch diesen abtrennenden Querschnitt habe ich regelmässig auch ein Stück des Ammonshorns verletzt. Bei Hunden mittlerer Grösse (von etwa 10 Kilo Gewicht) liegt ein solcher Schnitt in der Luftlinie gemessen etwa 27^{mm} vor der hinteren medialen Ecke des Hinterlappens. In der Munk'schen Hirnkarte fällt der Schnitt in das Gebiet der sogenannten Augenregion, d. i. der Fühlsphaere des Auges.«

Je gewisser man gerade für einen einzelnen Fall, dem eine solche Bedeutung beigemessen, die Beweiskraft peinlich dargethan erwartet, desto erstaunlicher wirkt der Goltz'sche Bericht. Indem der Hund noch am Leben war, sieht man eine zuverlässige Kenntniss der Verletzung von vorneherein ausgeschlossen, da es zu einer solchen der Section, der Untersuchung des Hirnes bedarf. Und nicht einmal eine brauchbare Schätzung der Verletzung ist ermöglicht. Denn dass die frontalen Schnitte in das absteigende Horn des Seitenventrikels fielen und das Ammonshorn in erheblicher Strecke verletzten, lässt bei der Ausdehnung und der Configuration der Hörner noch einen weiten Spielraum für den Verlauf der Schnitte zu, und dunkel bleibt im übrigen das Operationsverfahren, insofern mit jenen Schnitten allein die Hinterhauptslappen abgelöst sein sollen. Dunkel bleiben dann ferner die

[1] Pflüger's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 490.
[2] Ebenda, S. 487.

abgetragenen Lappen. Sie waren aufbewahrt und daher leicht mit wenigen Strichen zu skizziren; aber während früher farbige Tafeln verschwendet wurden, ist jetzt an entscheidender Stelle mit der einfachsten Abbildung gekargt. Auch ist nicht mit einem Worte der Furchen und Windungen der Oberfläche gedacht, die Jedermann sonst zur Orientirung am Grosshirn dienen. Bloss gemessen ist und gewogen mit der eigenartigen Vorliebe für Exactität, mit der Hr. Goltz trotz seiner Entdeckung, dass mit dem Verluste von vier Gramm Mantelsubstanz an jeder Hemisphaere die Verdummung des Hundes sehr deutlich ist[1], bisher allein dasteht. So ist, ich will nicht sagen, alles dafür gethan, aber sicher es bewirkt, dass die Bedingungen des »vorzugsweise verwertheten« Versuches in den wesentlichsten Punkten verborgen bleiben; und mit einem solchen Versuche meine Ermittelung widerlegen zu wollen, welche durchaus den völligen Verlust der Sehsphaeren verlangt, muss sogleich wieder als ein Vorhaben erscheinen, das zum mindesten nicht ernst zu nehmen ist.

Indess sind die Goltz'schen Anführungen doch dafür ausreichend, dass wir für unseren Theil, indem wir den Goltz'schen Wegen folgen, die fraglichen Versuche noch soweit aufklären können, als es für uns wichtig ist. Wiederum weist uns Hr. Goltz selber auf die schwache Seite seiner Versuche hin, da er unverkennbar die Überzeugung zu verschaffen bestrebt ist, dass seine Abtragungen weit genug nach vorn sich erstreckten, um meine Sehsphaere in ihrer ganzen sagittalen Ausdehnung einzuschliessen. Ganz anderes ergiebt unsere Prüfung. Die vordere Grenze der Sehsphaere ist nach den Abbildungen, welche ich gab (s. Fig. 1—3), scharf charakterisirt 1. durch ihre Lage vor dem Balkenwulste; 2. durch das ungefähr dreieckige, etwas mehr lange als breite Stück, welches sie, in Verbindung mit dem vorderen Ende der lateralen Grenze der Sehsphaere, von der zweiten Windung abschneidet; 3. dadurch, dass ihre Verlängerung lateralwärts auf den am weitesten nach hinten gelegenen Punkt der die erste Windung abschliessenden Furche stösst oder dicht vor oder hinter diesen Punkt fällt: danach ist die Grenze bei einiger Kenntniss des Hundegrosshirns schon am lebenden Thiere, vollends an der Leiche nicht zu verfehlen. Legen wir nun gerade an dieser Grenze, wie es bei deren frontalem Verlaufe keine Schwierigkeit hat, einen Frontalschnitt durch die Hemisphaere, so trifft der Schnitt den Seitenventrikel ausnahmslos etwas vor dem absteigenden Horne oder allerhöchstens gerade dort, wo das absteigende Horn eben vorn beginnt; demgemäss wird auch jedesmal fast das ganze Ammonshorn abgetrennt, nur das kurze vorderste Stück

[1] Pflüger's Archiv, Bd. 20. 1879. S. 40.

desselben, bevor die Abwärtskrümmung anhebt, bleibt erhalten. Viel weiter hinten verläuft der hintere Rand des absteigenden Hornes entsprechend der Furche, welche den hinteren absteigenden Theil der zweiten Windung von der dritten Windung abgrenzt; so dass für das absteigende Horn und das abwärts laufende Ammonshorn die Ausdehnung in sagittaler Richtung ungefähr durch die ganze Breite des hinteren absteigenden Theiles der zweiten Windung gegeben ist, welche bei Hunden von etwa 10^{kg} Gewicht oder etwa 75^{cm} Länge und 36^{cm} Schulterhöhe etwa 8^{mm} beträgt. Nach Hrn. Goltz' Berichten waren aber seine frontalen Schnitte immer in das absteigende Horn gefallen und hatten nur ein Stück des Ammonshornes oder dieses in erheblicher Strecke verletzt; sie müssen daher die vorderste Partie der Sehsphaere zurückgelassen haben.

Bemerkenswertherweise verhelfen zu der gleichen Einsicht, wenn auch naturgemäss nicht mit derselben Sicherheit, die Angaben, welche Hr. Goltz in Zahlen gemacht hat. Ich sage: bemerkenswertherweise, weil man hier von der Prüfung kaum etwas hätte erwarten mögen. Denn wenn schon im allgemeinen vom Messen und Wiegen am Grosshirn der Umstand hat ganz absehen lassen, dass selbst Hunde gleicher Grösse oder gleichen Gewichtes nach Race, Alter und Ernährungszustand die mannigfachsten Verschiedenheiten und Unregelmässigkeiten darbieten, so treten im vorliegenden Falle als besondere Misslichkeiten noch hinzu, dass für das Wiegen der abgetrennten hinteren Hemisphaerenenden die trennenden Schnitte in ihrem Verlaufe zu wenig bestimmt sind und für das Messen der hintere obere Hemisphaerenrand zu variabel in seiner Form ist. Man findet aber, wenn man an Hunden von etwa 10^{kg} Gewicht oder etwa 75^{cm} Länge und 36^{cm} Schulterhöhe an der Oberfläche der Grosshirnhemisphaere in genau sagittaler Richtung den kürzesten Abstand der vorderen Grenze der Sehsphaere vom hinteren oberen Rande des Hinterhauptslappens bestimmt, dass dieser Abstand nur in seltenen Fällen 27^{mm} und in der Regel mehr, bis über 30^{mm} beträgt. Danach ist es weit entfernt von der Wahrheit, dass die Goltz'schen frontalen oder queren Schnitte »in meiner Hirnkarte in das Gebiet der sogenannten Augenregion, d. i. der Fühlsphaere des Auges fallen«; vielmehr müssen sie in der Regel hinter der vorderen Grenze meiner Sehsphaere zurückgeblieben sein. Und bei dem »vorzugsweise verwertheten« Falle bleibt höchstens für die rechte Hemisphaere die Möglichkeit bestehen, dass das vorderste Stück der Sehsphaere mit entfernt worden ist; denn dort sind nach der Angabe die Messungen nur »in sagittaler Richtung« ausgeführt worden und nicht »von der hinteren medialen Ecke des Hinterlappens« aus, wodurch der kürzeste Abstand gefunden wird, während sonst grössere Werthe

für den Abstand zu erhalten sind. Aber selbst diese Möglichkeit vernichten noch die Ergebnisse der Wägungen. Denn an Hunden von etwa 10^{kg} Gewicht oder etwa 75^{cm} Länge und 36^{cm} Schulterhöhe stellt sich für das abgetrennte hintere Hemisphaerenende ein Gewicht von $6—7^{g}$, wie es Hr. GOLTZ angiebt, heraus, wenn der quere Schnitt $4—5^{mm}$ hinter dem vorderen Ende meiner Sehsphaere begonnen hat und mit einer erheblichen Verletzung des Ammonshornes in das absteigende Horn gefallen ist; während der abgetrennte Lappen ein grösseres Gewicht von $8—9^{g}$ zeigt, wo der quere Schnitt vom vorderen Ende meiner Sehsphaere aus zunächst schief nach hinten zum Ventrikel geführt worden ist und im übrigen denselben Verlauf genommen hat. Der erstere quere Schnitt trennt für sich allein das hintere Hemisphaerenende ab, indem er dicht hinter den Balkenwulst fällt; zu dem letzteren queren Schnitte muss, um das hintere Hemisphaerenende freizumachen, ein Sagittalschnitt am Rande des Balkenwulstes hinzugefügt werden.

Damit sehen wir uns schliesslich noch auf einen Punkt in den GOLTZ'schen Berichten hingeleitet, welcher von besonderer Bedeutung deshalb ist, weil er für sich allein und ohne weiteres den Werth der GOLTZ'schen Versuche enthüllt. Hr. GOLTZ hat, wie er sagt, den Hinterhauptslappen einfach quer abgeschnitten oder mit einem queren oder frontalen Schnitte vom übrigen Grosshirn abgelöst. Das wäre, wenn jener Hinterhauptslappen meine ganze Sehsphaere umfasste, unmöglich gewesen, da noch eine sagittale Durchtrennung des Balkens oder der Balkenfaserung hätte erfolgen müssen; und selbst die Bezeichnung des trennenden Schnittes als eines frontalen wäre nicht zu verstehen, da der Schnitt vom vorderen Ende der Sehsphaere aus recht schief nach hinten und unten hätte verlaufen müssen, sollte der Lappen die angegebene Breite haben und, wie es das Verhalten des Thieres erwies, der Thalamus opticus unverletzt bleiben. Dagegen ist alles klar und stimmen alle GOLTZ'schen Anführungen gut zusammen, wenn der quere Schnitt dicht hinter dem Balkenwulste geführt worden ist — etwa so, wie es die punktirten Linien in den Fig. 1—3 anzeigen — und das vorderste Stück der Sehsphaere stehenblieb.

So hat sich bei dem neuen Angriffe nur wiederholt, was wir für den früheren Angriff schon zugegeben fanden, dass irrthümlich Hr. GOLTZ geglaubt und den Glauben zu erwecken gesucht hat, dass bei seinen Versuchen meine ganzen Sehsphaeren fortgefallen waren. In Wahrheit hat Hr. GOLTZ, wie er es zu allererst selber gesagt und nachher nur vergessen hat, bei seinen Abtragungen »die vordere Grenze des Hinterhauptslappens willkürlich gewählt«[1] und dabei nach Aus-

[1] S. das Citat o. S. 118.

weis seiner eigenen Anführungen die vorderste Partie der Sehsphaere zurückgelassen. Daher widerspricht es wiederum nicht meinen Angaben, sondern bestätigt dieselben, dass die Goltz'schen Hunde sehr beträchtliche Sehstörungen zeigten, aber nicht vollkommen blind waren. Wir werden auch später sehen, wie der »besonders zum Beweise benutzte« Hund gerade auf Grund der Goltz'schen Schilderung seines Verhaltens deutlich zu erkennen ist als ein Thier, das noch die vorderste Partie der Sehsphaere besass.

II.

Der Nachweis des Fehlerhaften in den Goltz'schen Versuchen hat mir jedoch nicht genügt, und ich habe meinen Versuch mit Totalexstirpation der beiden Sehsphaeren wiederholt. Zwar war mir ein Fehler im Versuchsverfahren, eine Lücke in der Beobachtung nicht gezeigt, noch vermochte ich selber solche aufzufinden; zwar hatte ich gleichmässig an acht Hunden alles so gesehen, wie ich es beschrieb; zwar war zahlreichen Physiologen und Pathologen, welchen ich jene Hunde demonstriren konnte, nie eine Erscheinung aufgestossen, welche die volle Blindheit der Thiere verdächtigen liess; zwar hätte sich schon auf einem einfacheren Wege das erreichen lassen, worauf es im Grunde hier ankam: dennoch mochte ich nicht von dem Versuche abstehen, um die unbedingte Zuverlässigkeit seines Ergebnisses zu erproben. Und dieser Zuverlässigkeit habe ich mich vergewissert, freilich aber zugleich erfahren, dass für das Gelingen des Versuches ohne eine jahrelange Übung an der Sehsphaere, wie ich sie 1880 besass, noch grössere Schwierigkeiten bestehen, als meine damalige Mittheilung erkennen liess.

Das alte Exstirpationsverfahren[1] hat sich nicht nur bewährt, sondern auch in allen Stücken dermaassen als nothwendig erwiesen, dass ich jede Abweichung, selbst wenn sie nur die Aufeinanderfolge einzelner Acte betraf, mit Misserfolgen gebüsst habe. Insbesondere habe ich durch vielfache, theils absichtliche, theils unabsichtliche Modificationen constatirt, dass der Exstirpation in Länge und Breite durchaus genau die Grenzen zu geben sind, welche meine Fig. 1—4 anzeigten. Ebenso muss es dabei bleiben, dass die Rinde in 2—3^{mm} Dicke abzutragen ist. Man wird, wo man auf ein sehr weiches Hirn stösst, nicht überall diese Dicke einhalten können, aber man muss jedenfalls ein tieferes Eindringen zu vermeiden bestrebt sein, wenn es nicht zum Durchbruche in den Ventrikel und damit zum Tode des

[1] Functionen u. s. w. S. 96—7.

Thieres kommen soll. Dass eine solche Exstirpation an den Furchen graue Substanz zurücklässt, lehrt der flüchtigste Blick auf die verstümmelte Convexität, und deshalb habe ich wohlweislich nie gesagt, wenn es auch Hr. GOLTZ so angiebt[1], dass ich die gesammte graue Rinde entfernt habe. Aber durch den mechanischen Angriff und die nachfolgende Entzündung geht die der Schnittfläche benachbarte nervöse Substanz zugrunde, auch müssen die etwa noch tiefer in den Furchen verbliebenen centralen Elemente infolge der Zerstörung der von der Oberfläche eindringenden ernährenden Gefässe functionsunfähig werden, und schliesslich wird unter allen Umständen die Totalexstirpation der Sehsphaere einfach durch den Erfolg des Versuches verbürgt.

Waren mir früher die beabsichtigten Totalexstirpationen bloss dadurch nicht ganz geglückt, dass am Sulcus calloso-marginalis ein Rest der Sehsphaere stehenblieb, so sind mir neuerdings alle möglichen Fehler vorgekommen, indem nicht nur an den schwerer zugänglichen medialen und hinteren Enden der Sehsphaeren, sondern auch an deren vorderen und lateralen Enden kleine Rindenpartien der Exstirpation entgingen. Auf die letztere Weise habe ich sogar eine monatelange Arbeit eingebüsst, da ich an einer ganzen Serie von Hunden nach der zweiten Operation durch die Prüfungen den regelmässig wiederkehrenden Fehler entdeckte, den später auch die Section erwies. Wie ich bei den nächstfolgenden Operationen fand, hatte gerade mein besonderes Bemühen, den einen Fehler sicher zu vermeiden, mich in den anderen Fehler verfallen lassen, an den ich nicht mehr dachte, weil alle früheren Erfahrungen ihn auszuschliessen schienen. Ich hatte bei der medialen und der hinteren Abtragung die Hemisphaere in ungehöriger Weise nach vorn und unten verschoben, und daher hatten der vordere und der untere die Exstirpation begrenzende Schnitt, indem sie den Rändern der richtig angelegten Knochenlücke folgten, die Grenzen der Sehsphaere nicht überall erreicht. Je grösser schon ohnedies die Verluste durch Blutungen, Entzündungen, Krämpfe u. s. w. sind, desto empfindlicher wird man durch ein solches Missgeschick belehrt, wie sorgsam man alle Bedingungen für das Gelingen des Versuches zu beachten hat.

Auch habe ich diesmal mehr als früher unter anderen Misslichkeiten zu leiden gehabt. Glücklich operirte und geheilte Thiere sind mir, ehe ich sie hinreichend lange beobachtet hatte, zugrunde gegangen nicht bloss durch die Erkrankungen, von welchen ich schon früher sprach[2], sondern auch durch kleine Unfälle, welche hin und

[1] PFLÜGER's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 452.
[2] Functionen u. s. w. S. 100.

wieder mit den Prüfungen verknüpft waren. Ein Sturz aus geringer Höhe oder ein mässiger Stoss mit dem Hinterkopfe gegen eine vorspringende Kante war zunächst anscheinend spurlos an dem Hunde vorübergegangen, und doch war das Thier nach wenigen Tagen todt; die Section ergab nicht einmal eine Blutung, das Gehirn war nur etwas ödematös. Und noch schlimmer war es, dass wiederholt Infectionskrankheiten in den Hundestall eingebrochen waren und den gesammten werthvollen Bestand des Stalles vernichteten oder aufzugeben zwangen.

Diese Misslichkeiten liessen sich mildern und der Aufwand an Zeit und Arbeit für die Untersuchung sehr verringern, wenn man es ersparen könnte, die Hunde gewissermaassen monatelang mit der ersten Operation für die zweite Operation vorzubereiten. Die Gefahr der Infection wäre kleiner, da man nicht so viele Thiere anzusammeln brauchte; und der raschere Zufluss des gewünschten Beobachtungsmateriales würde es auf den Verlust des einzelnen geglückten Versuches weniger ankommen lassen. Ich habe deshalb in jüngster Zeit mich zu dem Wagniss entschlossen, an kräftigen Hunden beide Sehsphaeren auf einmal zu exstirpiren, derart dass Trepanation, Freilegung der Dura in der erforderlichen Ausdehnung, Exstirpation — jeder dieser drei Acte an beiden Seiten nach einander ausgeführt wurde. Habe ich nun auch die beiden Hunde, welche ich so behandelte, durch Nachblutungen verloren, so habe ich doch die Überzeugung gewonnen, dass das neue Verfahren wird erfolgreich sein können. Allerdings stellt dasselbe an die körperliche und geistige Ausdauer des Operateurs sehr hohe Ansprüche. Aber im übrigen habe ich gegenüber dem zweizeitigen Verfahren nur den Nachtheil bemerkt, dass der grössere Blutverlust eine etwas grössere Erschöpfung des Thieres mit sich bringt; und dadurch können die Chancen des Versuches nicht besonders verschlechtert erscheinen, wo doch schon zweimal bei demselben Thiere die gute Durchführung einer sehr schweren Operation und das Überstehen der grossen Gefahren der Operation für den Versuch gefordert sind. Für die Wiederholung der Untersuchung glaube ich deshalb die weitere Prüfung des einzeitigen Operirens, natürlich nach genügender Vorübung, empfehlen zu sollen.

Von 85 Hunden, an welchen ich die Exstirpation unternahm, habe ich vier ganz gelungene Versuche erhalten. An diesen vier Hunden, welche ich nach der vollkommenen Exstirpation beider Sehsphaeren durch 3—14 Monate bei ungestörter Gesundheit beobachten und prüfen konnte, habe ich nun meine alten Angaben in jeder Hinsicht durchaus bestätigt gefunden; und dermaassen zutreffend hat sich

die Schilderung erwiesen, welche ich früher gab[1], dass ich für das Verständniss des Folgenden mir erlauben muss, dieselbe zu wiederholen, da ich sie weder zu kürzen noch wesentlich zu verbessern vermag.

»Von Stund' an, da die zweite Sehsphaere entfernt wurde, ist und bleibt der Hund auf beiden Augen vollkommen blind, hat er den Gesichtssinn ganz und für immer verloren, während er in allen übrigen Stücken nicht im mindesten vom unversehrten Hunde sich unterscheidet. Normal laufen alle vegetativen Functionen ab; normal sind Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen; normal kommen alle Bewegungen zur Ausführung, die sogenannten willkürlichen ebenso wie die unwillkürlichen, wofern sie nur nicht gerade vom Sehen abhängig sind; normal functioniren die Augen, verengen und erweitern sich die Pupillen; normal ist auch die Intelligenz, soweit sie nicht den Gesichtssinn zur Grundlage hat: kurz, nichts ist abnorm, als das totale Fehlen des Gesichtssinnes.

In den ersten Wochen regen nur Hunger und Durst den Hund zu längerem Gehen an; sonst rührt er sich freiwillig nicht von der Stelle, und auch Lockung und Prügel setzen ihn bloss für kurze Zeit in Bewegung. Immer geht er sehr langsam und zögernd, indem er, den Kopf weit vorgestreckt, mit der Schnauze den Boden abfühlt und die Vorderbeine gleichsam vorsichtig tastend vorschiebt. An alle Hindernisse auf seinem Wege stösst er an. Häufig dreht er sich rechtsum und linksum im Bogen, ohne von der Stelle zu kommen; hat er auf den Zuruf die richtige Richtung eingeschlagen, so verliert er dieselbe bald; selbst in dem ihm vorher bestbekannten Raume fehlt ihm jede Orientirung. Zum Laufen, wie zum Springen ist er nie zu bewegen. Vor jeder Terrainschwierigkeit macht er halt oder kehrt er um. Nur gezwungen passirt er die Treppe, indem er Stufe für Stufe mit der Schnauze nachfühlt; hat er nicht die erste Stufe mit der Schnauze abgereicht, so lässt er sich eher jede Misshandlung gefallen, als dass er ein Bein setzt. Von der Mitte des Tisches aus vermeidet er, mit der Schnauze den Rand abtastend, sehr geschickt die Gefahr; war er aber von vorneherein so auf den Tisch gesetzt, dass ein laterales Fusspaar nahe dem Rande sich befand, so fällt er regelmässig herunter, sobald er sich in Gang setzt. Nur durch Riechen und Fühlen findet er seine Nahrungsmittel. Er sieht nichts, das man vor seinen Augen hält oder bewegt, wo auch das Bild auf den Retinae entsteht; und er blinzelt demgemäss auch nur auf Berührung. Ob man das helle Zimmer plötzlich verfinstert oder das finstere Zimmer plötzlich erhellt, ob man das grellste Licht, natürlich unter Vermei-

[1] Diese Berichte, 1880. S. 487—9. (Functionen u. s. w. S. 98—100.)

dung der Erwärmung, plötzlich in seine Augen wirft und diese oder jene Partie seiner Retinae plötzlich mit Licht überfluthet, keine andere Fiber seines Körpers zuckt, als die Irismusculatur, die in normaler Weise reagirt. Und nichts von alledem ändert sich an unserem Hunde, so lange er lebt und gesund bleibt, ausser dass, wie es von blinden Thieren altbekannt, die restirenden Sinne sich verfeinern und, soweit es angeht, eintreten für den verlorenen Gesichtssinn. Mit der Zeit stösst der Hund immer weniger heftig an die Hindernisse auf seinem Wege an, und schliesslich weicht er ihnen meist sogar gut aus, nachdem er sie bloss mit den Tasthaaren oder mit den weit nach vorn gestellten Ohrmuscheln berührt hat. Dann orientirt er sich auch mehr und mehr in den für ihn bestimmten Räumen, sein Gang wird weniger vorsichtig und langsam, er trägt den Kopf höher, er umgeht die ständigen Hindernisse ganz, er hält auf den Zuruf die richtige Richtung immer besser ein, er bewegt sich immer häufiger und andauernder von freien Stücken. Wer in diesen Räumen den Hund nach Monaten oberflächlich betrachtet, kommt nicht auf die Vermuthung, dass er ein ganz blindes Thier vor sich hat; aber nichts weiter ist nöthig, als den Hund auf ein ihm unbekanntes und einigermaassen schwieriges Terrain zu versetzen, damit das alte, erstgezeichnete Bild sogleich in allen wesentlichen Zügen wiederkehrt. Alle besonderen Prüfungen des Gesichtssinnes liefern vom ersten bis zum letzten Tage unverändert dasselbe Ergebniss.«

Bei dieser Schilderung darf ich diesmal jedoch nicht stehen bleiben. Denn ohne die von mir genau vorgezeichnete Totalexstirpation der Sehsphaeren von neuem zu unternehmen, geschweige denn sie mit der Sorgfalt zu wiederholen, deren es für das Gelingen eines solchen Versuches bedarf, hat man, weil beliebige andere Versuche mit Verstümmelung der Hinterhauptslappen, Versuche, die oft kaum im groben den meinigen ähnlich zu nennen waren, zu anderen Ergebnissen führten, meine Angaben auf das äusserste zu verdächtigen sich bemüht. Und je öfter der Zweck wirklich erreicht worden ist, wie die Litteratur der letzten Jahre gezeigt hat, desto mehr habe ich die Verpflichtung, unverhüllt das Spiel darzulegen, das getrieben worden ist.

Ein junger Goltz'scher Schüler hat gemeint, ich dürfte mancher Täuschung anheimgefallen sein, wenn ich die geschilderten Symptome in der That für ausreichend hielt, um die völlige Blindheit des Hundes vorauszusetzen, und als Beleg beigebracht, wie ein schrecklich verstümmelter Hund, den er für blind gehalten haben würde, bei freien Augen anders sich verhielt als bei verdeckten[1]. Was hier

[1] Pflüger's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 128—9.

mir und dem Leser zugemuthet wird, geht jedoch zu weit, als dass es noch eines Wortes bedürfte, wenn ich den Schluss der Erörterung hierher setze, der also lautet[1]: »War das Auge frei. so sprang das Thier, wenn man die Hand oder ein weisses Tuch lebhaft vor seinem Auge bewegte, nach derselben auf; war das Auge geschlossen, so geschah das nicht. Das Thier war also sicher nicht blind, obwohl es alle die Symptome hatte, in denen Munk einen ausreichenden Beweis für die Blindheit sieht.«

Sodann hat Hr. Goltz[2] selber seit Jahren immer und immer wieder gegen mich hervorgehoben, dass er an seinen Hunden, welche man für blind oder stockblind hätte halten können, regelmässig noch durch besondere Prüfungen zu beweisen vermochte, dass sie sahen, indem dieselben nach dem Verschluss der Augen zu gehen sich weigerten und die Bedeckung abzureissen suchten und auch, was ihm noch wichtiger galt[3], sonnige Stellen oder weisses Papier auf dem Fussboden bei ihren Wegen vermieden. Darauf hin hat er meine Angaben über die volle Blindheit meiner Hunde in so häufiger Wiederholung mit solcher Zuversicht und Entrüstung zurückgewiesen oder für abenteuerliche Lehren u. dergl. erklärt, dass dem Leser der Glaube, ja die Überzeugung erwachsen musste, meinerseits sei infolge unzureichender Prüfung ein grosser Irrthum begangen, und Hr. Goltz habe denselben nachgewiesen, indem er mittels besserer Prüfungen Reste des Sehvermögens da noch zu entdecken wusste, wo solche mir entgangen waren. Nicht anders als jener Schüler ist also auch Hr. Goltz vorgegangen, nur weniger geradezu; aber ebenso ist auch er der Täuschung verfallen, die nur etwas umständlicher klarzulegen ist.

In der Schilderung meiner Hunde, wie ich sie oben wiedergab, hatte ich deren volle Blindheit, in Würdigung der Bedeutung des Ergebnisses, nicht einfach behaupten, sondern mit Beweisen belegen wollen, und zu dem Zwecke hatte ich in möglichster Präcision die entscheidenden Prüfungen und Beobachtungen zusammengestellt. Darüber hat sich Hr. Goltz leicht hinweggesetzt. Dass schon grobe Erfahrungen an seinen Hunden meinen Angaben geradezu widersprachen, dass vollends eine Anzahl meiner Prüfungsergebnisse durchaus unverständlich blieb, hat ihm nicht das geringste Bedenken verursacht; meine Beobachtungen waren kurzweg damit abgethan, dass er sie willkürliche Annahmen oder Hypothesen nannte. Man dürfte nun zum mindesten erwarten, dass Hr. Goltz die Vorzüge dargethan hätte, welche seine besonderen

[1] Pflüger's Archiv. Bd. 34. 1884. S. 129.
[2] Ebenda, Bd. 26. 1881. S. 7—8, 28—9; Bd. 34. 1884. S. 491—2. Transact. etc. 1881. Physiology p. 26, 35.
[3] Pflüger's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 491—2.

Prüfungen darboten. Doch weit gefehlt. In allen Fällen, in welchen Hr. Goltz die besonderen Prüfungen vorführt, hat er sie vielmehr selber als überflüssig hingestellt, indem schon ohnedies das Sehen zweifellos zu constatiren war. Denn nach Hrn. Goltz' Angaben richteten sich die Hunde an der Wand des hölzernen Käfigs empor, um oben durch das durchsichtige Drahtgitter zu schauen[1], bewegten sie sich regelmässig und richtig einer unteren Spalte im Käfig zu, durch welche man Licht einfallen liess[2], gingen sie Hindernissen — mindestens meistens — gut aus dem Wege, ohne sie zu berühren[3]; ja, wie Hr. Yeo bemerkte, erkannte einer dieser Hunde sogar die befreundeten Menschen aus der Entfernung[4]. Das Gewicht, welches Hr. Goltz immer und immer wieder seinen besonderen Prüfungen beilegt, wäre demnach gar nicht zu verstehen, hätten diese nicht schon deshalb für Hrn. Goltz Werth gehabt, weil bei mir von solchen Prüfungen nicht die Rede war. Aber Hr. Goltz hat übersehen, dass darum, dass ihrer nicht Erwähnung geschah, die Prüfungen gar nicht verabsäumt und noch weniger zum Nachtheil der Sache unterblieben zu sein brauchten. In der That haben meine blinden Hunde, die alten wie die neuen, sämmtlich weder durch grell erleuchtete oder sonstwie hellere Stellen des Fussbodens jemals in irgend einer Weise sich beeinflussen lassen, noch haben sie je ein abweichendes Verhalten gezeigt, ob ihre Augen frei oder verdeckt waren. Und nur deshalb hatte ich diese Erfahrungen in meine Schilderung nicht aufgenommen, weil, um die Reste des Gesichtssinnes zu entdecken, die Prüfungen, welche Hr. Goltz für ausgezeichnet hält, an Feinheit wesentlich zurückbleiben gegen diejenigen Prüfungen, welche ich dort aufführte.

Den geringsten Werth hat die Prüfung an der Grenze heller und dunkler Stellen des Fussbodens. Wer seine Hunde häufig sieht, macht die Prüfung hin und wieder unwillkürlich infolge des Sonnenscheines oder des Lampenlichtes. Breitet man, wie Hr. Goltz, weisses Papier oder Leinwand am Boden aus, so kann man die Prüfung zu jeder Zeit und an jeder Stelle vornehmen; und nur äusserst selten macht sich dabei der Übelstand geltend, dass der Hund, wenn er die Schnauze oder den Fuss vorsichtig vorschiebt, durch den Tastsinn von der Veränderung des Bodens Kenntniss erhält. Für die tägliche Prüfung mehrerer Hunde habe ich es vortheilhaft gefunden, im dunkeln Fuss-

[1] Ebenda, S. 493; Bd. 26. 1881. S. 8, 27. — Vergl. Transact. etc. 1881. Physiology p. 26.

[2] Pflüger's Archiv, Bd. 26. 1881. S. 7—8; Bd. 34. 1884. S. 493.

[3] Ebenda, Bd. 26. 1881. S. 7; Bd. 34. 1884. S. 491. — Transact. etc. 1881. Physiology p. 26, 34.

[4] Transact. etc. 1881. Physiology p. 38. — Vergl. Goltz, ebenda, S. 24.

boden des Beobachtungsraumes eine weiss angestrichene Stelle zu haben. Gleichviel nun wie man die Prüfung anstellen mag, in allen Fällen, in welchen sie erfolgreich ist, reicht es auch schon aus, dass man die Hand, den Stock, ein Tuch u. dergl. in den verschiedensten Richtungen nahe bei den Augen des Hundes vorbeibewegt: immer wird durch die Kopfbewegungen des Hundes sein Sehen kundgethan. Ja, man braucht solchem Hunde bloss wiederholt zur Fütterung Fleischstücke auf den Boden zu werfen: er sucht zuerst wohl immer schnüffelnd nach, später aber geht er öfters aus der Entfernung gerade auf ein Fleischstück zu und nimmt es auf; er erkennt dabei nicht das Fleisch, denn auch durch Zeuglappen. Schwammstücke u. dergl., mit den Fleischstücken untermischt, wird er zu den gleichen Bewegungen veranlasst, aber er sieht die Stücke auf dem Fussboden. Hat so die vermeintlich feine Fussbodenprüfung vor den Prüfungen, auf welche man zunächst verfällt, schon nichts voraus, so steht sie weiter den letzteren sogar noch nach. Denn sie versagt ganz regelmässig in gewissen Fällen, in welchen die angegebenen näher liegenden Prüfungen noch sicher das Sehen ermitteln lassen: ebensowohl wenn die Reste des Gesichtssinnes sehr klein sind, wie, wenn es hintere Partien der Sehsphaeren waren, welche der Exstirpation entgingen, schon bei grösseren Resten.

Besser ist die Prüfung mit Verdecken der Augen. Natürlich darf man nicht die Augen mit Heftpflaster verkleben, wie Hr. Goltz es noch zuletzt bei dem »vorzugsweise verwertheten« Hunde that, oder dem Hunde eine Kappe über den Kopf ziehen, wie es bei der Goltz'schen Demonstration in London geschah, sondern man muss gerade umgekehrt es zu verhüten streben, dass der Hund für die Dauer unangenehme Hautempfindungen hat oder in seinen gewohnten Bewegungen der Augenlider und der Augen gehindert ist. Man kommt schon damit aus, dass man zwei grosse lockere Wattepfröpfe zu beiden Seiten der Nase auflegt und mit einem Tuche befestigt, das breit über Stirn und Nase, schmal am Halse verläuft. Doch habe ich auch ein Drahtgestell verwandt, das nach Art eines Maulkorbes um Hals und Nacken gelegt, nirgend weiter das Thier berührte, Schnauze und Unterkiefer ganz frei liess und durch die der Stirn und dem Oberkiefer angepasste Krümmung der Drähte mittels zweier an diesen befindlichen Tuchlappen das Gesicht zu verdecken oder freizulegen gestattete, ohne dass für den Hund anders als hinsichtlich des Lichtes eine Veränderung eintrat. Zuerst sind alle Hunde unwirsch, auch wenn bei Anlegung des Drahtgestelles die Augen gar nicht verdeckt wurden; die Zuthat am Kopfe ist ihnen natürlich lästig. Doch weiter stellen sich Verschiedenheiten heraus. Die einen Hunde haben sich bald in

die Zuthat gefunden, kaum dass man einigemal die Pfote sanft zurückzuhalten nöthig hatte, und verrathen später höchstens dann und wann durch Schütteln mit dem Kopfe das Unbehagen, das die Zuthat ihnen noch verursacht; sie gehen mit dem Tuche nicht anders wie ohne dasselbe, im Falle des Drahtgestelles mit verdeckten ebenso wie mit freien Augen, und keinerlei Unterschied in ihrem Verhalten ist aufzufinden, ob Licht in ihre Augen fällt oder nicht. Bei öfterer Wiederholung der Prüfung geben diese Hunde sogar auch den anfänglichen Widerstand gegen das Anlegen des Tuches oder des Drahtgestelles auf. Die anderen Hunde dagegen widerstreben nur in dem Falle nicht lange, dass beim Anlegen des Drahtgestelles die Augen frei geblieben sind; sie setzen ihr gewohntes Gehen fort, hören auf den Zuruf, suchen nach Fleisch u. s. w. Sind ihnen aber die Augen auf die eine oder die andere Weise verdeckt worden, so bleiben sie eifrig bei den Bemühungen, mit der Pfote die Decke vor den Augen zu beseitigen, und nur durch Anschreien und Prügel sind sie dahin zu bringen, dass sie die Bemühungen aufgeben; doch rühren sie sich jetzt nicht von der Stelle, setzen sich oder legen sich gar platt auf den Bauch, auch wenn sie dergleichen nie sonst im Beobachtungsraume thaten. Unter Umständen, wenn sie hungrig sind, lassen sie sich schliesslich doch noch zum Gehen bewegen, dadurch dass man sie Fleisch riechen lässt; aber sie gehen dann ungeschickt, manchmal wie tölpelhaft, stossen an alle Hindernisse an und nehmen den Versuch, die Decke von den Augen zu entfernen, alsbald wieder auf. So stellt für die letzteren Hunde das Verdecken der Augen ausser Zweifel, dass sie sehen können, und das Sehvermögen ist durch diese Prüfung noch zu constatiren, wo die Fussbodenprüfung versagt. Aber bei allen diesen Hunden lässt sich wiederum das Sehen ebenso sicher und einfacher schon dadurch nachweisen, dass man die Hand, das Tuch u. dergl. in den verschiedensten Richtungen bei den Augen vorbeibewegt. Und auf der anderen Seite würde man irren, wenn man die ersteren Hunde auf Grund des auffälligen Gegensatzes, in welchem ihr Verhalten zu dem der letztgeschilderten Hunde steht, alle für vollkommen blind ansehen wollte. Denn nur für einen Theil von ihnen trifft das wirklich zu; bei dem anderen Theile lassen sich anderweitig doch noch Reste des Sehvermögens entdecken, entweder schon mittels jener Bewegungen der Hand, des Tuches u. s. w. oder mittels der gleichen Bewegungen eines hellen Lichtes im dunkeln oder schwach erleuchteten Raume.

Hrn. Goltz' Täuschung springt also weniger in die Augen, als die seines Schülers, aber sie ist im Grunde dieselbe; und auch Hr. Goltz hätte uns die längere Abwehr seiner Verdächtigung ersparen können,

wenn er das Verhalten seiner Hunde bei Bewegungen der Hand oder des weissen Tuches vor ihren Augen hätte beachten wollen. Doch dürfte es vielleicht nicht nutzlos sein, dass ich die Prüfung mit Verdecken der Augen zu besprechen hatte, die ich im engen Rahmen meiner früheren Mittheilung nicht behandeln konnte. Jedenfalls bietet es Interesse, dass sich gezeigt hat, wie trotz den eifrigsten Bestrebungen — auch von meiner Seite — bessere Mittel, um die letzten Reste des Gesichtssinnes zu entdecken, sich nicht haben auffinden lassen, als ich schon früher anwandte und durch die Beispiele, die ich damals von nicht ganz geglückten Exstirpationen gab[1], gewissermaassen handgreiflich in ihrem Werthe darthat.

Man hat sich aber nicht damit begnügt, die volle Blindheit meiner Hunde zu verdächtigen, sondern man ist ebenso vorgegangen gegen die Angaben im Eingange meiner Schilderung, welche die unversehrt erhaltenen Functionen betrafen. Ich hatte diese Functionen natürlich nur einfach aufzählen können; aber meine Angaben waren doch dadurch noch besonders verbürgt, dass meine voraufgegangenen Mittheilungen die feinsten Störungen in dem Bereiche aufgedeckt hatten und jede derartige Störung im vorliegenden Falle selbstverständlich ausgeschlossen erscheinen musste. Trotzdem hat man auch das normale Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen meiner blinden Hunde in Frage gestellt. Soweit darin bloss sich wiederspiegelt, wie man im allgemeinen meine Sinnessphaeren der Grosshirnrinde, meinen Nachweis, dass die eine Rindenpartie dem Sehen, die andere dem Hören u. s. w. dient, seit Jahren bekämpft, brauchte ich an dieser Stelle nicht darauf einzugehen. Aber dem Angriffe kommt doch hier die besondere Bedeutung zu, dass er mittelbar wiederum gegen die volle Blindheit meiner Hunde wirkt. Denn wenn die Störungen nach Verletzung der Rinde immer die Sinne gemeinschaftlich betreffen, wenn die Rinde überall zu jedem Sinne in Beziehung steht oder doch nur, wie Hr. Goltz soweit zugegeben hat, innigere Beziehungen an gewissen Stellen zu gewissen Sinnen hat, dann kann es eben gar nicht sein, dass eine partielle Rindenexstirpation und zumal eine so beschränkte, wie es die Totalexstirpation der beiden Sehsphaeren verhältnissmässig doch immer nur ist, den gänzlichen Verlust eines Sinnes mit sich bringt. Soll nicht eine Lücke zurückbleiben, muss ich also auch noch diesen Angriff hier würdigen lassen. Und dafür will ich meinen heftigsten Gegner selber zu Hülfe rufen. Man kann wohl nicht weiter gehen, als dass man, was in ernster Forschung als Beobachtungen vorgetragen ist, sinnwidrige Annahmen nennt. »Es ist demnach sinnwidrig«, —

[1] Functionen u. s. w. S. 101—2.

sagt Hr. Goltz[1] — »wie das Munk thut, anzunehmen, dass bei Hunden mit zerstörten Hinterhauptslappen ausschliesslich der Gesichtssinn gestört sein soll. Solche Hunde haben vielmehr stets eine allgemeine Wahrnehmungsschwäche. Sie haben ein mangelhaftes Verständniss für alle Sinneseindrücke und wissen sie nicht für ein zweckmässiges Handeln zu verwerthen. Besonders auffällig ist der Mangel des Richtungssinnes.« Man wird sehen, so wenig man auch zunächst es wird glauben mögen, dass Hr. Goltz, wo er dieses sagt, selber gerade die Bestätigung meiner Angaben geliefert hat.

Hrn. Goltz' Erfahrungen über die gleichzeitigen Störungen verschiedener Sinne waren schon immer in guter Übereinstimmung mit meinen Ermittelungen gewesen, nach welchen, je mehr Sinnessphaeren durch die Operation und durch die nachfolgende Encephalomeningitis, wenn eine solche auftrat, angegriffen worden waren, desto mehr Sinne zugleich Störungen darbieten und die Störungen jedes einzelnen Sinnes in ihrem Umfange dem Umfange der Verletzung der zugehörigen Sinnessphaeren entsprechen mussten. Hrn. Goltz' erste grosse Ausspülungen der Convexität hatten Seh- und Fühlstörungen geliefert; als in Erfüllung seines Wunsches[2] »gezeigt war, wo das Hörvermögen thront«, hatte das laterale Tiefergreifen der Verstümmelung Hörstörungen hinzugefügt; wo vornehmlich die hintere Hälfte der Convexität verletzt worden war, hatten die Sehstörungen auffallend überwogen; wo der Angriff besonders die vordere Hälfte der Convexität getroffen hatte, waren die Seh- und Hörstörungen zurückgetreten gegen die Fühlstörungen; u. s. w. Auch liessen sich aus den gesammten Goltz'schen Mittheilungen lehrreiche Reihen von Versuchen zusammenstellen, in welchen mit einer regelmässig wiederkehrenden ungefähr gleichen Rindenverletzung eine immer grössere Verstümmelung der übrigen Rinde zusammenfiel: man sah dann z. B., wenn man die hintere Rinde der Convexität als Ausgangspunkt nahm, mit den Sehstörungen in immer grösserem Maasse die Fühlstörungen sich verbinden, gerade wie ich für den Fall einer von der hinteren Operationsstelle her sich ausbreitenden Entzündung es beschrieben hatte, dass zu den einen Störungen die anderen sich hinzugesellten. Aber zu einer Übereinstimmung der unmittelbaren Versuchsergebnisse hatte es nicht kommen können, weil mich die Tendenz meiner Untersuchung auf kleine und peinlichst auf den Bereich einzelner Sinnessphaeren eingeschränkte Verletzungen geführt hatte, während die Goltz'schen Verletzungen immer grössere Rindenpartien ohne Rücksicht auf die

---

[1] Pflüger's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 498.
[2] Ebenda, Bd. 14. 1877. S. 441.

Grenzen der Sinnessphaeren betrafen. Nur wenn Hr. Goltz noch weiter in der Einengung seiner Rindenläsionen fortschritt und diese einmal auf einzelne Sinnessphaeren sich erstreckten, standen auch gleiche Beobachtungen an unseren Versuchsthieren zu erwarten.

Ein solcher Fall war aber gerade eingetreten, da Hr. Goltz den Hunden die Hinterhauptslappen abgetragen hatte. Dass hier mit der grauen Rindensubstanz mehr weisse Marksubstanz entfernt war, als sonst bei den Rindenexstirpationen, konnte bei der Lage der Hinterhauptslappen nichts zur Sache thun. Der »besonders zum Beweise benutzte« Hund, an welchen wir uns wiederum heften müssen, weil an ihn alle Goltz'schen Ausführungen geknüpft sind, entsprach meinen Hunden, welche beide Sehsphaeren verloren hatten nur dass die vordersten Partien der Sehsphaeren an ihm erhalten waren. Das Functioniren dieser Partien gab sogar die erwünschte Gewissheit, welche Hrn. Goltz' Bericht zu liefern verabsäumt hatte, dass die Heilung der Wunde ohne üble Zufälle erfolgt war, dass nicht etwa durch eine weitergreifende Entzündung die Rinde in der Nachbarschaft der Exstirpationsstellen für die Dauer geschädigt war. Allerdings hatte der Hund auch noch Theile der Hörsphaeren, ihre hinteren oberen Enden, durch die Operation eingebüsst; denn während die Sehsphaeren ungefähr ebenso breit wie lang sind, hatte Hr. Goltz seine Hinterhauptslappen bei 30 bezw. 27^{mm} Länge in 42^{mm} Breite abgetragen und war somit in etwa 10^{mm} Länge in die lateralwärts von den Sehsphaeren gelegenen Hörsphaeren gerathen: aber solche kleinen Verletzungen der weit ausgedehnten Hörsphaeren brauchten nach meinen Ermittelungen merkliche dauernde Hörstörungen nicht zur Folge zu haben. Abgesehen davon, dass er nicht vollkommen blind sein konnte und noch etwas sah, musste also der Goltz'sche Hund dasselbe Verhalten bezüglich der Sinne darbieten, wie meine Hunde ohne Sehsphaeren; allerhöchstens durften etwa bei einer sehr verfeinerten Untersuchung an dem ersteren Hunde sich noch Hörstörungen ergeben, welche den letzteren Hunden fehlten.

Ich war daher nicht wenig überrascht, als ich auf den gewaltigen Gegensatz stiess, welchem die angeführten Goltz'schen Worte Ausdruck gaben. Der Gegensatz war unbegreiflich, wenn nicht doch, so unwahrscheinlich es auch war, dem Mehr oder Weniger, das von der weissen Marksubstanz entfernt war, eine einschneidende Bedeutung zukam. Indess widersprachen dem meine Erfahrungen unbedingt. Denn bei meinen Hunden, auch bei den zahlreichen mit unvollkommen exstirpirten Sehsphaeren, welche sich hier mit heranziehen liessen, hatte die Section herausgestellt, dass die weisse Marksubstanz in sehr wechselnder Dicke und an derselben Stelle bald in grösserer, bald in

geringerer Dicke erhalten war, manchmal sogar stellenweise fehlte, so dass die bindegewebige Narbe an das Ependym heranreichte: und doch hatte in dem Verhalten der Hunde, auf das es hier ankam, nicht der geringste Unterschied sich bemerken lassen. Aber der Gegensatz fand auch bald in ganz anderer Richtung seine Lösung, als ich die Goltz'sche Schilderung seines Hundes mehr in's Auge fasste, indem sich ein Sachverhalt ergab, wie ihn jene Goltz'schen Worte nicht hatten ahnen lassen.

Der »besonders zum Beweise benutzte« Hund hörte, denn er stutzte, wenn er angerufen wurde; mitunter wedelte er auf liebkosenden Zuruf mit dem Schwanze; lockte man ihn durch freundlichen Zuruf heran, so schien er die Absicht zu haben, dem Rufe zu folgen, denn er nahm eine lebendigere Gangart an. Aber er floh nicht, wenn man ihn anschrie, und gab keine Furcht zu erkennen, wenn man ihm mit der Peitsche drohte; auch äusserte er keine Angst, wenn andere Hunde ihn anknurrten. Er hatte recht feinen Geruch; denn nicht nur roch er in der Entfernung von einem Schritte das Fleisch, wie aus seinen Kopfbewegungen hervorging, sondern er äusserte auch durch Schwanzwedeln und zierliche Bewegungen seines Kopfes und Körpers, ja selbst durch Freudensprünge sein Vergnügen, wenn er Hrn. Goltz' Hand roch und dieser ihn streichelte. Doch scheute er vor Chloroformdampf und Tabaksqualm nicht so zurück wie ein normaler Hund. Seine Tastempfindung schien ungeschädigt: er empfand die leiseste Berührung seines Körpers und schien sogar zu erschrecken, wenn man ihn plötzlich betastete; niemals trat er mit den Füssen in's Leere.

Das sind sämmtliche Angaben, welche Hr. Goltz betreffs der übrigen Sinne ausser dem Gesichtssinne macht[1]; das sämmtliche Beobachtungen, welche er zur Stütze dessen beibringt, dass auch die Wahrnehmungen, die mit Hülfe der übrigen Sinne zufliessen, schwer geschädigt sind[2]; das sämmtliche Erfahrungen, aus welchen er schliesst, dass der Hund eine allgemeine Wahrnehmungsschwäche oder sogar, wie es in den Schlussbemerkungen heisst[3], eine hochgradige solche Schwäche und ein mangelhaftes Verständniss für alle Sinneseindrücke hat[4]. Und dabei hat man die Gewissheit, dass Hr. Goltz um des Kampfes willen, den er gegen mich führt, mit allem Eifer nach Abnormitäten gesucht und keine, die er gefunden, aufzuzählen

---

[1] Pflüger's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 496—7. — Ich habe möglichst genau den Goltz'schen Wortlaut wiedergegeben.
[2] Ebenda, S. 496.
[3] Ebenda, S. 503.
[4] S. oben S. 132.

vergessen hat. Man sieht, von Störungen des Gefühls- und des Geschmackssinnes ist überhaupt nicht die Rede. Weiter zeigt es gar nicht eine Störung des Geruchssinnes an, dass der Hund, dessen Geruch sich im übrigen recht fein erwies, vor Chloroformdampf und Tabaksqualm »nicht so zurückscheute wie ein normaler Hund«. Denn einmal giebt es ein typisches Zurückscheuen des normalen Hundes nicht, vielmehr reagiren die normalen Hunde selbst bei möglichst gleichmässiger Prüfung auf tausendfach verschiedene Weise, bieten sie vom leichten Wenden oder Rückwärtsnehmen des Kopfes bis zum tollen Fortspringen alle möglichen Variationen dar; andererseits war, wenn an dem fast blinden Hunde nur Reactionen geringeren Grades auftraten, die einfache und natürliche Erklärung schon dadurch gegeben, dass dieser Hund sich überhaupt anders bewegte, als der normale Hund, nicht wie dieser lief und sprang, sondern nur langsam ging[1]. Endlich ist auch nicht einmal eine Störung der Gehörswahrnehmung, sondern bloss das bemerkt, dass der Hund einiges Gehörte nicht verstand, während er anderes Gehörte wohl verstand. Mithin stellen sich die beträchtliche Schädigung auch aller übrigen Sinne ausser dem Gesichtssinne, die Schwäche der Sinneswahrnehmung und das Mangelhafte der Sinnesvorstellungen einfach als ganz grundlose Behauptungen heraus: wirklich aufgefunden hat Hr. GOLTZ nach seinen eigenen Angaben nichts weiter, als mässige Störungen im Bereiche der Gehörsvorstellungen.

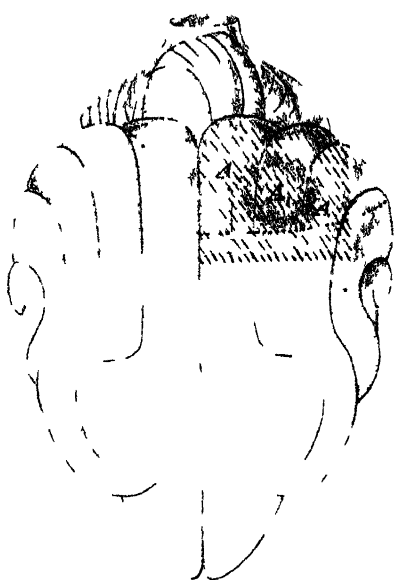
Und nicht einmal das Vorhandensein solcher Hörstörungen lässt sich anerkennen. Oft genug sieht man normale Hunde, zumal solche, welche schon durch einen längeren Aufenthalt mit dem Laboratorium vertraut sind, sich nicht ängstigen, wenn andere Hunde sie anknurren, auch nicht sich fürchten und davonlaufen, wenn man mit der Peitsche knallt[2] oder sie anschreit, wofern sie die Peitsche bezw. die das Anschreien begleitenden Bewegungen nicht sehen; und Hr. GOLTZ ist den Beweis schuldig geblieben, dass es bei dem »vorzugsweise verwertheten« Hunde wirklich um Abnormitäten, durch die Verstümmelung herbeigeführt, sich gehandelt hat. Wer so vielfach es erfahren hat, wie ich beim Studium der Seelen- und Rindentaubheit, wie auf einen beliebigen Zuruf ohne weiteres regelmässig Schwanzwedeln oder Näherkommen erfolgt, während es einer langen und sorgsamen Einübung des Hundes bedarf, damit er auf einen bestimmten Ruf sicher

[1] GOLTZ, a. a. O. S. 491.
[2] Man muss annehmen, dass derart bei den bezüglichen Prüfungen dem fast blinden GOLTZ'schen Hunde mit der Peitsche »gedroht« worden ist. Vorher (ebenda, S. 490) hatte GOLTZ von einem »Bedrohen mit der Peitsche« gesprochen, wo die Peitsche dem Hunde nur gezeigt war.

mit anderen Bewegungen antworte, wird erst recht an Hörstörungen bei dem Goltz'schen Hunde nicht denken mögen. Aber man könnte, wenn man wollte, trotzdem sogar jenen Ausfall einiger Gehörsvorstellungen zugeben, ohne dass unserer Sache Eintrag geschähe; denn wie wir sahen, würden jene Hörstörungen bei dem Goltz'schen Hunde im Vergleiche mit meinen Hunden nur deshalb hinzugekommen sein, weil dort auch zur Verletzung der Sehsphaeren eine solche der Hörsphaeren hinzugefügt war. Immer hat Hr. Goltz, mit seinem so vergeblichen Suchen nach Sinnesstörungen an seinem Hunde, für meine Angabe, dass am Hunde ohne Sehsphaeren Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen normal sind, selber die schönste Bestätigung beigebracht.

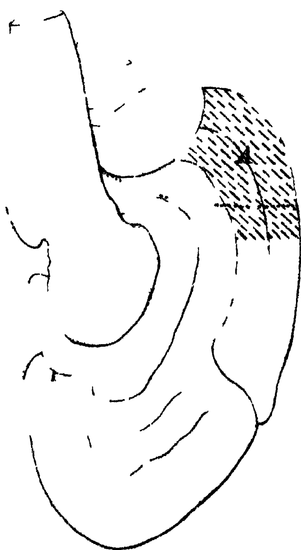
Indem es so mit den Angriffen stand, welche mein Versuch mit Totalexstirpation der beiden Sehsphaeren erfahren hatte, habe ich begreiflich lange gezögert. dieselben zu besprechen. Ich musste mich dazu entschliessen, weil es auf diesem Gebiete, das so lange der Tummelplatz beliebiger wüster Eingriffe mit naturgemäss wechselnden und unverständlichen Ergebnissen war, sichtlich sehr schwer hält, der methodischen Untersuchung Eingang zu verschaffen und ihren regelmässigen und klaren Erfolgen Vertrauen zuzuwenden. Deshalb habe ich mich auch der ermüdenden Arbeit nicht entschlagen dürfen, längst abgethane Versuche immer von neuem zu wiederholen. Als Gewinn kann ich verzeichnen, was bei der Tragweite des Versuches nicht zu gering zu veranschlagen ist, dass ich den Versuch mit Totalexstirpation der beiden Sehsphaeren hinsichtlich der Sicherheit des Ergebnisses, der vollkommenen Blindheit bei Ungestörtheit der übrigen Sinne, jedem naturwissenschaftlichen Versuche an die Seite stellen darf. Das freilich ist nicht zu ändern, dass er immer ein Versuch bleibt, der in noch viel höherem Grade, als der Bell'sche Versuch oder die Magendie'sche Trigeminus-Durchschneidung, nicht Jedermanns Sache ist.

1

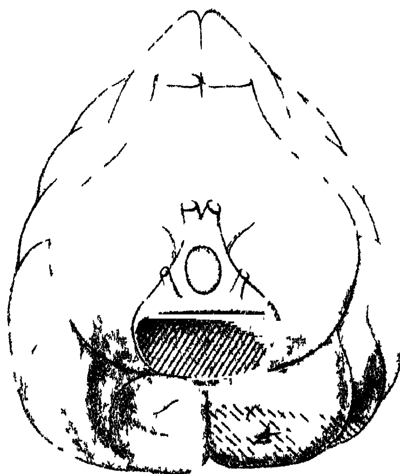




3



4



Über die Sauerstoffabgabe der Pflanzen im Mikrospectrum.

Von N. Pringsheim.

(Vorgetragen in den Sitzungen am 14. Februar 1884 und 14. Januar 1886.)

(Hierzu Tafel III und IV.)

Die Untersuchungen assimilirender Gewächse im Mikrospectrum, die den Gegenstand der vorliegenden Mittheilung bilden, habe ich lediglich in der Absicht unternommen, um über die relative Lage der Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe der Pflanze im Spectrum Gewissheit zu erlangen, und um mich zu überzeugen, ob es möglich ist im Mikrospectrum hierüber eine grössere Sicherheit zu gewinnen, als dies bisher bei den Untersuchungen im Makrospectrum der Fall zu sein scheint.

Die Controverse über den Gang der Sauerstoffabgabe im Spectrum ist noch keineswegs abgeschlossen. Für mich und die Aufgabe, die ich bei meiner Untersuchung im Auge habe, liegt das Interesse an derselben wesentlich in dem Aufschlusse, den der Verlauf der Sauerstoffabgabe im Spectrum über die Beziehungen zu geben vermag, die zwischen den Lichtabsorptionen in der Pflanze und dem Gaswechsel derselben bestehen. Nun habe ich bereits an anderer Stelle gezeigt, dass sich aus der relativen Lage der Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe im Spectrum Folgerungen hierüber ableiten lassen, die offenbar geeignet sind das sonst unverständliche Absorptionsspectrum der Chlorophyllfarbstoffe begreiflich zu machen und zu einem biologischen Verständniss der gemeinsamen Farbe aller assimilirenden Pflanzen führen können. Aber diesen Folgerungen stehen bis jetzt noch, zum Theil wenigstens, Schwierigkeiten im Wegé, welche die Unsicherheit der Beobachtungen im Makrospectrum über die relative Lage der Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe geschaffen hat.

Es behaupten bekanntlich einige Beobachter der Erscheinung im Makrospectrum noch immer die genaue Coincidenz dieser Maxima, während andere sie mit voller Bestimmtheit in Abrede stellen. Noch

andere endlich geben zwar zu, dass die Coincidenz in der blau-violetten Hälfte des Spectrums fehlt, halten dieselbe aber für die minder brechbare Hälfte aufrecht und behaupten — wenigstens für die grünen Pflanzen, auf welche sich die Untersuchungen im Makrospectrum bisher allein beschränkt haben — dass zum mindesten hier das Maximum der Sauerstoffabgabe mit dem Maximum der Absorption im Roth zwischen *B* und *C* Fraunhofer genau und constant zusammenfällt.

Diese letztere Behauptung, die übrigens die vorliegende theoretische Frage nach der Function der Farbstoffe für sich allein gar nicht entscheidet, ist nun in letzterer Zeit vornehmlich zum eigentlichen Angelpunkt in der Controverse über die Curve der Sauerstoffabgabe im Spectrum geworden.

Bei der grossen Divergenz, die hiernach in den Befunden im Makrospectrum noch besteht, war es daher von besonderem Werth, dass Engelmann mit der von ihm eingeführten Bacterien-Methode im Mikrospectrum einen eigenthümlichen, neuen und ingeniösen Weg zur Entscheidung der Frage eingeschlagen hat, der, wie man schon auf den ersten Blick sieht, viele Vortheile vor der Methode im Makrospectrum voraus hat.

Engelmann gelangt hierbei aber zu dem Ergebniss, dass trotz der anscheinenden Abweichungen der Sauerstoffcurve vom Absorptionsspectrum dennoch die Maxima beider vollkommen zusammenfallen und sucht ferner aus seinen Beobachtungen im Mikrospectrum noch den Beweis herzuleiten, dass in jeder Region des Spectrums eine directe und genaue Proportionalität zwischen der Grösse der Assimilation und der Grösse der gesammten, bei der Absorption in der Pflanze verschwindenden Lichtenergie, besteht.

Diese Behauptungen schienen mir wenig wahrscheinlich. Sie standen mit den Anschauungen, die ich aus anderen Erfahrungen über das Verhältniss zwischen Lichtabsorption und Lichtwirkung in der Pflanze gewonnen hatte, nicht im Einklange, und widersprachen ausserdem älteren thatsächlichen Befunden. Hieraus nahm ich die Veranlassung zur eigenen Aufnahme und Wiederholung der Engelmann'schen Versuche im Mikrospectrum, und zu einer Prüfung seiner Methode auf ihre Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit, die mir schon deshalb geboten schien, weil bisher noch Niemand Engelmann auf dem von ihm eingeschlagenen Wege gefolgt war.

Die Ergebnisse meiner Untersuchung theile ich im Folgenden mit, sie weichen in wesentlichen Punkten von den Ergebnissen, die Engelmann erhalten hat, ab, und ich werde bei ihrer Darstellung daher genöthigt sein unsere Befunde gegenüberzustellen, und werde auch soweit als möglich versuchen, die fehlende Übereinstimmung derselben aufzuklären.

Noch muss ich hier aber eine Vorbemerkung über die Begrenzung vorausschicken, die ich in Betreff der Grössenbestimmungen der Sauerstoffabgabe bei den Untersuchungen im Mikrospectrum eingehalten habe. Ich habe nämlich hier keineswegs die Absicht verfolgt, die gewöhnlich an die Spitze der Untersuchungen im Spectrum gestellt wird, die relative Grösse der Sauerstoffabgabe in jeder einzelnen Spectralregion numerisch genau festzustellen und danach eine vollständige Curve der Sauerstoffabgabe im Spectrum zu entwerfen. Dies kann, meiner Meinung nach, weder mit dieser noch mit einer anderen Methode erreicht werden. Diejenigen, die dies thun, so die Beobachter im Makrospectrum und auch Engelmann, glauben hierdurch unmittelbar die vom Reductionsvorgange der Kohlensäure in der Pflanze abhängige Assimilationscurve des Kohlenstoffes zur Darstellung zu bringen. Dies ist aber, wie ich bereits mehrfach ausgeführt habe, nicht richtig, weil die Grösse der Sauerstoffabgabe im Spectrum auch von den Oxydationsvorgängen in der Pflanze und besonders von denen, welche das Licht gleichzeitig in den grünen Geweben anregt, abhängig ist. Da die Vorgänge der Reduction und Oxydation in den Geweben aber bis zu einem gewissen Grade unabhängig von einander erfolgen und zugleich in verschiedener Weise von Intensität und Farbe des Lichtes beeinflusst werden, so sind constante Zahlenverhältnisse der Grösse der Sauerstoffabgabe in den einzelnen Spectralbezirken von vorn herein gar nicht zu erwarten. Hierzu kommt noch, dass die Erscheinung im Mikrospectrum, wie weiter unten ausgeführt werden soll, eine genaue Grössenbestimmung gar nicht zulässt, und dass noch andere Ursachen, worüber später gleichfalls mehr, die Constanz der Grössenverhältnisse in den einzelnen Regionen bei den Untersuchungen im Spectrum beeinträchtigen.

Aus diesen Gründen habe ich mich bei meinen Untersuchungen darauf beschränkt ganz allein die Region zu bestimmen, wo im Mikrospectrum die Sauerstoffabgabe augenscheinlich die grösste Höhe erreicht.

Die auf den beiliegenden Tafeln verzeichneten Curven der Sauerstoffabgabe sind daher auch nicht Curven in dem gebräuchlichen Sinne, die an jedem Punkt den durch Messung gewonnenen Verhältnisswerth der betreffenden Stelle ausdrücken sollen, sondern nur approximative Anschauungsbilder des Vorganges, wie sie aus der unmittelbaren Beobachtung der Erscheinung im Mikrospectrum hervorgehen. Sie genügen aber vollständig, wenn auch nicht zu einem zahlenmässigen Ausdrucke der relativen Grösse der Erscheinung in den verschiedenen Regionen, doch mindestens, um die Stelle und den Sitz des Maximums der Sauerstoffabgabe sicherzustellen und das Fallen und Steigen derselben im Spectrum zur Anschauung zu bringen.

Jeder einzelne Versuch, der gelungen ist, gestattet es daher sich über die relative Lage der Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe zu orientiren, und dies reicht vollständig für den Gesichtspunkt aus, den ich bei der vorliegenden Untersuchung im Auge habe.

Engelmann hat seine Methode in zweierlei Formen angewandt, die er als simultane und succedane Beobachtungsweise unterscheidet. Gerade die simultane Beobachtungsweise eignet sich ganz vorzugsweise für die Erkenntniss der relativen Lage der Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe im Versuche. Sie soll hier zunächst ihre Besprechung finden.

Bei derselben wird bekanntlich ein nach Form, Inhalt und Farbe möglichst gleichartiges Object — z. B. ein geeigneter cylindrischer Confervenfaden — in einem auf das Gesichtsfeld des Mikroskops projicirtes Spectrum senkrecht gegen die Fraunhofer'schen Linien orientirt. Das beobachtete Object durchschneidet somit das kleine im Mikroskop sichtbare Spectrum, und wird von demselben erleuchtet. Sind nun in dem Tropfen, in welchem das Object liegt, gegen Sauerstoff empfindliche Bacterien in genügender Anzahl enthalten, so lässt sich vermöge der grösseren Ansammlung derselben an den bevorzugten Stellen im Spectrum in günstigen Fällen sofort übersehen, in welchen Regionen desselben die Sauerstoffausscheidung ergiebiger, in welchen sie geringer ist. Zugleich aber gelangen hier im Object auch die Lichtabsorptionen desselben zur Anschauung und auch hier treten die Stellen grösserer und geringerer Absorption mit für unsere Zwecke genügender Schärfe und Genauigkeit hervor, so dass die Beziehung der Sauerstoffabgabe zu den Absorptionen im Objecte, namentlich soweit es nur die Maxima beider betrifft, sich in zahlreichen Versuchen mit einem Blick übersehen lassen.

Der eigenthümliche Werth der Engelmann'schen Methode, den ausser ihr keine andere besitzt, und sie selbst auch nur in dieser Form simultaner Beobachtungsweise, besteht unfraglich in dieser Gleichzeitigkeit der Beobachtung der Absorption und der Sauerstoffabgabe im ganzen sichtbaren Spectrum. Indem beide Verhältnisse, deren Beziehung gesucht wird, in demselben Versuche und, was noch wesentlicher ist, an demselben Objecte im ganzen Spectrum gleichzeitig vor Augen liegen, gewinnt die Beurtheilung und der Vergleich ihrer Grössenverhältnisse in den verschiedenen Regionen, obgleich hier nur approximative Schätzungen möglich sind, doch einen hohen Grad von Sicherheit. Da nun die Lage der Maxima in vielen und günstigen Fällen hierbei deutlich zum Ausdruck gelangt, so stehe ich keinen Augenblick an, anzuerkennen, dass die Engelmann'sche Methode in der bezeichneten Begrenzung, so lange eben nicht exacte

Zahlengrössen verlangt, sondern nur die relativen Lagen der Maxima gesucht werden, jede andere Methode, namentlich auch die im objectiven Makrospectrum, an überzeugender Beweiskraft weitaus übertrifft.

Allerdings muss ich hier gleich hinzufügen, dass man auch bei der Bacterien-Methode durchaus nicht sicher ist in jedem einzelnen Versuche sogleich ein bestimmtes und entscheidendes Resultat zu erhalten. In manchen Versuchen ist der Eindruck der Bewegung der Bacterien, den man erhält, so unbestimmt, dass die Stelle des Maximums derselben nicht mit voller Sicherheit festzustellen ist, und in anderen Fällen wieder kommt die Bewegung so undeutlich zu Stande, dass sie gar keinen Schluss von der Bewegung der Bacterien auf die Grösse der Sauerstoffabgabe in den Spectralbezirken zu gestatten scheint. Allein obgleich diese Fälle, die noch bei der Darstellung im Einzelnen ihre genauere Besprechung finden werden, durch ihre negativen Befunde die Untersuchung insofern erschweren, als sie dazu zwingen die Versuchsreihen über eine weit grössere Anzahl von Fällen auszudehnen, so stören sie doch keineswegs das positive Ergebniss der zahlreichen Fälle, in welchen die Entscheidung über die Lage der Maxima eine leichte und sichere wird; sie begrenzen vielmehr nur genauer den Umfang der Schlüsse, die man aus den Beobachtungen im Spectrum ziehen darf.

Dies vorausgeschickt gehe ich nun zur Darstellung meiner Ergebnisse mit der ENGELMANN'schen Bacterien-Methode über. Ich werde hierbei den Gang befolgen, zuerst meine Resultate mit der simultanen Beobachtungsweise an chlorophyllgrünen Pflanzen mitzutheilen; dann soll die Kritik der successiven Beobachtungsweise und meine Erfahrungen mit derselben folgen; zuletzt meine Ergebnisse an andersfarbigen, nicht chlorophyllgrünen, Gewächsen und die Schlüsse, die sich aus den Untersuchungen im Mikrospectrum für die Frage nach der Wirkungsweise der Lichtabsorptionen in der Pflanze ergeben.

I. Die Absorptionserscheinungen chlorophyllgrüner Objecte im Mikrospectrum.

Entsprechend der ganz begrenzten Aufgabe, die ich bei diesen Untersuchungen im Auge habe, nur die relative Lage der Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe festzustellen, kann ich auch hier bei der Darstellung der Absorptionserscheinungen der untersuchten Objecte von jeder numerischen Bestimmung der Absorptionsgrössen in den Spectralbezirken absehen, und mich allein an die Be-

stimmung der Lage der Absorptionsbänder halten, die schon bei der unmittelbaren Beobachtung genügend scharf hervortreten und über den Ort der Maxima der Absorption in den Objecten keinen Zweifel lassen.

In den dünnen mikroskopischen Objecten, die bei der Untersuchung im Mikrospectrum allein in Frage kommen können — einzelne grüne Zellen oder dünne confervenartige Fäden, auch Moosblätter, Farrnprothallien, dünne Blattdurchschnitte u. s. w. — gelangen (man vergl. Tafel III Fig. 1 Cladophora) von den bekannten, dem Chlorophyllfarbstoff angehörigen Absorptionsbändern nur Chlorophyllband I. im Roth, zwischen *B* und *C* Fraunhofer, und die sogenannte Endabsorption im Blau-Violett — Chlorophyllbänder V. VI. VII. umfassend — zur Wahrnehmung. Die Chlorophyllbänder in dem mittleren Theile des sichtbaren Spectrums — Clorophyllbänder II. III. und IV. — fehlen hier ganz, d. h. sie kommen nicht zur Anschauung, weil diese dünnen Objecte in Bezug auf ihre Absorptionsgrösse — soweit diese vom Chlorophyllfarbstoff, den sie führen, abhängt — nur schwachen Chlorophylllösungen vergleichbar sind, denen die Bänder II. III. IV. gleichfalls noch fehlen. Sie sind in Rücksicht hierauf etwa mit derjenigen Absorptionsstufe einer normalen Chlorophylllösung zu identificiren, die ich in meiner ersten Chlorophyll-Abhandlung unter *d*, Fig. 1 verzeichnet habe.[1]

Der auffallendste Unterschied, der in den Absorptionen zwischen den chlorophyllgrünen mikroskopischen Objecten und ihnen gleichwerthigen schwachen Chlorophylllösungen hervortritt, ist der bekannte der Verschiebung der Absorptionsbänder nach dem rothen Ende des Spectrums hin. Chlorophyllband I, wenn es noch nicht breit ist, nimmt bei den mikroskopischen Objecten den Raum von etwa *B* bis $B\,{}^1/_2\,C$ ein; während es bei den entsprechenden Chlorophylllösungen den Raum von etwa $B\,{}^1/_2\,C$ bis *C* einnehmen würde. Ebenso fängt die Endabsorption in den mikroskopischen Objecten etwa gleich hinter *b*, — deutlich und sicher schon bei $b\,{}^1/_4\,F$ — in den entsprechenden Chlorophylllösungen erst hinter $b\,{}^1/_2\,F$ an.

Ausserdem ist aber bezüglich der Absorptionen in den mikroskopischen Objecten noch ein Punkt zur Erledigung zu bringen, der für die Folgerungen über die Function der Lichtabsorptionen in der Pflanze von maassgebender Bedeutung ist. Er betrifft die Breite des Chlorophyllbandes I. und den Ort, wo noch innerhalb dieser Breite das eigentliche Maximum der Absorption hinfällt oder zu verlegen ist. Das Letztere kann selbstverständlich durch den unmittelbaren

[1] Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften in Berlin. October 1874.

Augenschein nicht bestimmt werden. Doch sind für unseren Zweck hier photometrische Messungen der Absorptionscoefficienten gar nicht nöthig. Es genügt die Beachtung der allmäligen Verbreitung des Bandes I. bei farbstoffreicheren Fäden, um sich in den Grenzen unseres Bedürfnisses über die Stelle, wo das eigentliche Maximum im Roth liegt, mit genügender Genauigkeit zu orientiren.

Bei dünnen oder an Farbstoff armen Objecten — zarteren *Cladophora, Ulothrix, Draparnaldia, Zygnema*-Fäden u. s. w. — beginnt das Chlorophyllband fast genau bei *B* FRAUNHOFER, eigentlich noch eine Spur vor *B* und reicht in seiner Breite niemals bis *C*, sondern hört schon etwa in der Mitte zwischen *B* und *C* auf, Taf. III. Fig. 2—9. Erst bei dickeren und farbstoffreicheren Zellen und Fäden reicht dasselbe weiter nach *C* hin, oder nimmt den ganzen Raum zwischen *B* und *C* ein und kann selbst in sehr dicken Objecten etwas über *C* hinaus reichen. Dieses Verhalten entspricht genau der allmäligen Verbreiterung der Absorptionsstreifen in Lösungen des Farbstoffes von der Stelle der stärksten Absorption aus, und es folgt hieraus mit Nothwendigkeit, dass das eigentliche Maximum der Absorption im Roth in den mikroskopischen Objecten, die der Untersuchung im Mikrospectrum unterliegen, niemals auf *C* oder gar hinter *C* und selbst nicht in der Nähe von *C*, oder in der Mitte zwischen *B* und *C* liegen kann, sondern viel näher an *B*, eigentlich auf *B* selbst, jedenfalls aber in der ersten Hälfte zwischen *B* und *C* zu suchen ist.

Auf diesen Umstand ist bei den Untersuchungen über die Sauerstoffabgabe genau zu achten, und ich hebe dies deshalb hier besonders hervor. Hierdurch sind die beiden Maxima der Absorption in den chlorophyllgrünen Objecten ihrer Lage nach genügend scharf bestimmt. Es bedarf aber wohl kaum der Erwähnung, dass ausserdem in den Objecten noch Absorptionen der anderen Spectralregionen stattfinden. Die grünen Zellen lassen eben keinen Theil des sichtbaren Spectrums ungeschwächt durch, auch nicht den Theil im Anfangsroth vor *B*, allein die Absorptionen sind hier überall bedeutend schwächer, als die bezeichneten im Blau-Violett und im Roth, und kommen daher bezüglich der Frage der Maxima der Absorption nicht in Betracht. Da es aber von physiologischem Interesse ist, auch die Absorptionen, die nicht vom Chlorophyllfarbstoffe herrühren, in der Pflanze bestimmter zu kennzeichnen, so will ich hier noch kurz darauf hinweisen, dass schon bei der Untersuchung der dünnen Objecte im Mikrospectrum — leichter bei den dickeren, und bei weniger intensiver Beleuchtung, z. B. im Gaslicht (Fig. 9 Taf. III.) — Verdunkelungen im Anfangsroth vor *B* und unmittelbar hinter dem Bande I. sichtbar werden, die bei Chlorophylllösungen von entsprechender optischer

Concentration nicht vorhanden sind. In diesen erscheinen bekanntlich die betreffenden Stellen, namentlich die Stelle vor *B*, im Contrast zum Chlorophyllband I. ausnehmend hell. Es werden hierdurch in den grünen Objecten schon im Mikrospectrum Absorptionen wahrnehmbar, die dem Chlorophyllfarbstoff nicht angehören, und die vornehmlich die ganze Region im Roth bis etwa zum Anfang des Gelb betreffen. Die Absorptionsspectra der grünen Objecte sind daher in keinem Falle identisch mit denen der aus ihnen gewonnenen Chlorophylllösungen und der sogenannten künstlich dargestellten Rein-Chlorophylle. Doch denke ich diese Verhältnisse, die eine eingehendere Behandlung verlangen, an dieser Stelle nicht weiter auszuführen, zumal die Schlüsse und Deutungen, die ich an die hier vorliegenden Untersuchungen anknüpfen will, ausschliesslich den Werth jener stärksten Absorptionen der Objecte im Blau-Violett und im Roth betreffen, die vorzugsweise den optischen Charakter der Chlorophyllfarbstoffe kennzeichnen und die grüne Farbe der assimilirenden Pflanzen bestimmen.

II. Die relative Lage der Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe chlorophyllgrüner Objecte bei simultaner Beobachtungsweise im Mikrospectrum.

Engelmann, von dessen Angaben wir hier nothwendig ausgehen müssen, behauptet bekanntlich, zumal in seiner ersten Publication, dass die Maxima der Absorption und Sauerstoffexhalation im Spectrum in ihrer Lage übereinstimmen. Wörtlich sagt er dort[1] allerdings: »Bei von Null anwachsender Lichtstärke beginnt die Bewegung der »in unmittelbarer Nähe der grünen Zellen durch Sauerstoffmangel zur »Ruhe gekommenen Bacterien im Allgemeinen zuerst im Roth, ge»wöhnlich zwischen *B* und *C* oder doch nahe bei *C*«.

Ich will nun gleich an dieser Stelle constatiren, dass, wie ich im vorigen Abschnitte gezeigt habe, das Maximum der Absorption in chlorophyllgrünen Objecten niemals nahe bei *C* liegt, und dass somit, wenn man es genau nimmt, schon die eigene älteste Angabe Engelmann's über die Lage des Maximums der Sauerstoffabgabe mit der allgemeinen Folgerung, die er über die Coincidenz der Maxima ziehen will, nicht übereinstimmt. Nach meinen eigenen Erfahrungen mit dieser Methode muss ich es aber überhaupt in Abrede stellen, dass die Darstellung bei Engelmann ein getreues Bild der Erscheinung

[1] Bot. Zeit. 1882 Nr. 26 und Pflüger's Archiv f. Physiol. Bd. XXVII. S. 487.

wiedergiebt. Dies Bild der Ansammlung der Bacterien mit einer so entschiedenen und sicheren Bevorzugung der Stelle im Roth über *B* bis *C* Fraunhofer, wie es ENGELMANN gezeichnet hat, wird man vielleicht niemals wiederfinden und nur selten Fälle, die demselben ähnlich sehen.

Zunächst steht fest, dass der Eindruck, welchen der Beobachter in verschiedenen Versuchen erhält, ein wechselnder ist, und nicht einmal in ein und demselben Versuche sich unveränderlich gleich erhält. Vermehrt man die Anzahl der Versuche genügend und variirt man dieselben bezüglich der Dimensionen und Farbentönung der Objecte bei verschiedenen Intensitäten der Lichtquelle — wobei ja die Lagen der Maxima der Absorption sich durchaus nicht ändern — so wird es bald einleuchtend, dass der individuelle Charakter der Versuchsobjecte, und die Bedingungen, unter denen die Versuche angestellt sind, nicht ohne Einfluss auf die Lage des Maximums der Sauerstoffexhalation bleiben. Wir sehen daher sofort, dass die Erscheinungen der Sauerstoffabgabe noch von Ursachen bestimmt werden, die nicht in gerader und directer Proportionalität zur Grösse der Absorptionen wirksam sind, und dass wir deshalb auch gar nicht erwarten können, durch die Beobachtungen im Spectrum unmittelbar zu einer positiven Einsicht in die Beziehungen zwischen Absorption und Sauerstoffabgabe der Gewächse zu gelangen.

Hiermit ist gleich von vornherein der wesentliche Theil meiner empirischen Befunde und ihre Abweichung von den Resultaten, die ENGELMANN und auch die Beobachter im Makrospectrum erhalten haben, bezeichnet. Das Gemeinsame und Übereinstimmende in den Versuchen geht nur soweit, dass bei den chlorophyllgrünen Pflanzen unter allen Verhältnissen im Mikrospectrum die Energie der Bewegung der Bacterien und somit auch die Sauerstoffabgabe in der gesammten minder brechbaren Hälfte des Spectrums bedeutend grösser gefunden wird, als in der brechbaren Hälfte. Diese geringere Sauerstoffabgabe im Blau-Violett ist übrigens, wie hier gleich betont werden soll, eine Thatsache, über welche alle Beobachter mit allen Methoden einig sind, und die, was besondere Beachtung verdient, auch REINKE, selbst nach Aufhebung der Dispersion im prismatischen Spectrum, wieder gefunden hat.

Bei Anwendung von Gas- und Petroleumlicht sinkt die Bewegung im Mikrospectrum im Blau auch bei weiter Spaltöffnung hinter *F* bis fast auf Null herab. Bei directem Sonnenlicht reicht sie zwar noch über *G* hinaus, bleibt aber hier bei engem Spalt stets deutlich schwächer, als in der minder brechbaren Hälfte, nicht nur im Orange und Gelb, sondern auch im Anfang Grün.

In dieser minder brechbaren Hälfte, Roth, Orange und Gelb bis kurz hinter *D*, ist die eigentliche Lage des Maximums, d. h. das Centrum der Bacterienbewegung, nicht in jedem einzelnen Falle mit voller Sicherheit sofort und leicht festzustellen.

In manchen Fällen ist der Bacterienschwarm, der sich an das Object herandrängt, zu unbestimmt verbreitet, oder die Orte der stärkeren Ansammlung und Bewegung, die bemerkbar werden, sind doch zu wenig scharf ausgesprochen und die Bewegung zu unregelmässig, um eine exacte Bestimmung zuzulassen.

So unterliegt z. B. bei lebhafter Sauerstoffausscheidung, und wenn zahlreiche Bacterien im Versuchstropfen vorhanden sind, die Gestalt und der Umriss des beweglichen Bacterienschwarms oft sichtlich einer fortwährenden Veränderung, und es wechseln die Centren der Ansammlung in Roth und Orange hin und wieder schon während einer und derselben Beobachtung ihre Lage. Es ist dann hier ebenso wenig möglich etwa nach Intervallen von Wellenlängen die Stellen im Spectrum genau anzugeben, wo die Bewegung die grösste Höhe erreicht, als es z. B. bei einem Mückenschwarm in der Luft möglich wäre eine constante und bestimmte Spitze desselben zu fixiren. Eine numerische Bestimmung der Bewegungsgrösse an verschiedenen Stellen des Spectrums ist in solchen Fällen absolut ausgeschlossen.

Andererseits kann es für die Beurtheilung ebenso störend sein, wenn die Sauerstoffausscheidung des Versuchsobjectes nur gering ist oder wenn nur wenige und träge Bacterien in der Nähe desselben befindlich sind. Die geringe, mehr oder weniger ungleich über die Regionen des Spectrums verbreitete Bewegung, die sich in solchen Fällen einstellt, bringt dann gar keinen überzeugenden Eindruck von der Bevorzugung einzelner, bestimmt fixirbarer Orte hervor.

Solche Umstände, die zu vielen Trugschlüssen Veranlassung geben können, wenn man die Beobachtungen nicht mit grosser Sorgfalt vornimmt, und über eine grosse Anzahl von Versuchen ausdehnt, beeinträchtigen leider die Brauchbarkeit der Methode, namentlich für quantitative Zwecke, in hohem Grade. Allein es giebt anderseits Fälle genug, wo jene störenden Bedingungen nicht vorwalten und ein bestimmteres Urtheil über die Centra der Bacterien-Ansammlung möglich wird. Dann unterliegt zum mindesten die Bestimmung der Lage des Maximums keiner erheblichen Schwierigkeit mehr. Oft entscheidet hierüber schon der erste Blick. Man findet dann in der grossen Mehrzahl der Fälle, in welchen eine genügend sichere Bestimmung möglich ist, den Hauptsitz der Bewegung entschieden hinter *C* Fraunhofer, beim Übergang des Roth ins Orange, oder

in Orange selbst, jedenfalls in dem Raume **zwischen** *C* **und** *D* Fraunhofer (vergl. die Curven Fig. 2—9 Taf. III).

Das eigentliche Maximum, soweit es sich innerhalb dieser Region noch genauer begrenzen lässt, scheint etwa in der Mitte zwischen *C* und *D* zu liegen, doch ist auch dies Verhältniss, welches allerdings in vielen Fällen ausgedrückt ist, nicht absolut constant und unabänderlich; oft scheint es näher an *C*, oft näher an *D* zu rücken. Aber auch solche Fälle sind mir vorgekommen, wo dasselbe ganz nahe bei *C*; auf *C* selbst oder noch ein klein wenig vor *C* im Roth zu liegen schien. Andererseits aber sind mir auch bei chlorophyllgrünen Objecten wiederum solche Fälle vorgekommen, in welchen das Maximum sogar noch hinter *D* schon im Anfang Grün lag Fig. 7 und 8 Taf. III.

Vergleicht man, worauf es für uns gerade wesentlich ankommt, die Bewegung in dem Theile des Roth, in welchem das Chlorophyllband I. liegt, also die Bewegung in der Region bei *B* — oder auch von *B* bis $B\,{}^1/_2\,C$ — noch genauer mit der Bewegung in dem Raume der unmittelbar hinter *C* Fraunhofer liegt, so wird man in Übereinstimmung mit dem eben Gesagten sich gewöhnlich regelmässig und leicht überzeugen können, dass sie bei *B* bis $B\,{}^1/_2\,C$ schwächer ist, als unmittelbar hinter *C*.

In einigen Fällen mag es unentschieden bleiben, ob die Bewegung im Roth unmittelbar vor *C* nicht ebenso stark, oder hin und wieder sogar stärker sei, als hinter *C*. Es ist dies jedoch für unsere Frage von wenig Gewicht, denn selbst in diesen zweifelhaften und unsicheren Fällen, die nach meinen Erfahrungen immer die grosse Minderzahl bilden, liegt das Maximum doch noch immer in der Nähe von *C*, fällt demnach keineswegs mit dem Maximum der Absorption in der lebenden Pflanze zusammen, welches, wie wir im ersten Abschnitt gesehen haben, immer und unwandelbar bei *B*, oder höchstens bei $B\,{}^1/_4\,C$ liegt.

Nur wenn man sich flüchtig dem allgemeinen Eindruck überlässt, und den ganzen Raum bis *C* und über *C* hinaus, den bei dickeren Objecten das Chlorophyllband I. einnehmen kann, fälschlich als Maximum der Absorption ansieht, kann man bei einzelnen Versuchen zu dem Fehlschluss gelangen, dass das Maximum der Absorption und der Sauerstoffexhalation zusammenfallen.

Von der Stelle, wo die Bewegung im Mikrospectrum am stärksten ist, fällt sie allmählig und langsam, aber nicht immmer stetig und continuirlich, nach dem blauen Ende hin ab.

Hin und wieder scheinen in dieser vom Roth nach Blau hin abfallenden Curve einzelne Punkte am Objecte vorzugsweise von den

Bacterien aufgesucht zu werden. Man könnte geneigt sein diese als secundäre Maxima aufzufassen und sie etwa — wie ENGELMANN es versucht hat — zu den Chlorophyllbändern II. III. u. s. w. in Beziehung setzen wollen, allein es herrscht auch hier gar keine erkennbare Gesetzmässigkeit und Constanz in der Lage jener mittleren bevorzugten Stellen, und sie liegen ausserdem keineswegs vorwiegend genau an den Stellen, wo die betreffenden Chlorophyllbänder, die man ja im Mikrospectrum nicht sieht, liegen müssten, wenn man die Verhältnisse der Chlorophyll-Lösungen auf diese mikroskopischen Objecte richtig überträgt.

Dies gilt auch, wie gleich hier bemerkt sein mag, noch für eine Stelle geringster Ansammlung der Bacterien, die hin und wieder (z. B. Fig. 8 Taf. III) bei Beobachtung in directer Sonne im Grün etwa bei *b* Fraunhofer zur Erscheinung kommt und hier ein Minimum der Sauerstoffabgabe anzeigt. ENGELMANN hat auf diese Depression und auf das Ansteigen der Bewegung hinter derselben im Blau besonderen Nachdruck gelegt. Er sieht diese Erscheinung als den Ausdruck eines constanten zweiten Maximums im Blau an, entsprechend dem Maximum der Absorption, welches im Blau auftritt. Hierüber an dieser Stelle nur soviel.

Auch diese Andeutung eines Minimums in der mittleren Region des Spectrums ist wiederum keineswegs eine constante Erscheinung, die unter allen Verhältnissen auftritt. Hin und wieder ist sie da, meist fehlt sie. Dann aber fällt die Stelle bei *b*, wo dies Minimum liegt, wieder nicht genau mit dem Minimum der Absorption im Chlorophyll überein, welches ja hier in den mikroskopischen Objecten wegen der Verschiebung der Bänder nach dem rothen Ende hin weit vor *E* liegen müsste, wenn es überhaupt bei diesen Objecten zur Anschauung käme.

Endlich aber, und dies ist für unsere Frage hier von Bedeutung, ist die Bacterienbewegung bei *F* und im ganzen Blau-Violett — selbst in den Fällen, in welchen eine kleine Depression bei *b* beobachtet wird — doch immer und ohne Ausnahme noch entschieden bedeutend schwächer, als an den anderen Stellen im Gelb-Grün; z. B. als an jeder beliebigen Stelle in der Region *D* bis *E* Fraunhofer.

Das unmittelbare, empirische Ergebniss meiner Untersuchungen an chlorophyllgrünen Pflanzen im Mikrospectrum (*Cladophoren*, *Oedogonien*, *Ulothricheen*, *Spirogyren*, *Mesocarpus*-Arten u. s. w.), wie sich dasselbe erfahrungsmässig ohne jede weitere theoretische Deutung herausstellt, lässt sich demnach dahin zusammenfassen.

1. Eine constante Coincidenz der Maxima von Absorption und Sauerstoffexhalation im Mikrospectrum findet weder im

Blau noch im Roth statt; weder bei künstlicher Beleuchtung, noch im diffusen Tageslicht, noch in directer Sonne.

2. Wenn die Bewegung im Roth nahe bei C auch häufig eine grosse Energie zeigt, so liegt doch das Maximum derselben vielleicht nie an der Stelle maximalster Absorption bei $B\,^1/_4\,C$, sondern gewöhnlich deutlich hinter C, meist nahe der Mitte zwischen C und D Fraunhofer, und seine Lage hier unterliegt ferner selbst bei Exemplaren derselben Pflanze nicht unerheblichen Schwankungen.

3. In dem ganzen blau-violetten Ende des Spectrums ist die Bewegung immer im Verhältniss zur Grösse der hier stattfindenden Absorption nur äusserst schwach.

Dies wäre nicht möglich, wenn es sich bei der Sauerstoffabgabe in der Pflanze nur um ein einfaches Zersetzungsphaenomen der Kohlensäure handelte, welches von den Absorptionen im Chlorophyllfarbstoff in directer Proportionalität von ihrer Grösse abhängig wäre.

Dieser Schluss ist ohne Weiteres einleuchtend, wenn man sich erinnert, dass das eine Maximum der Absorption in den grünen mikroskopischen Objecten bei B liegt, und das zweite Maximum das ganze blau-violette Ende des Spectrums von $b\,^1/_2\,F$ an einnimmt, und wenn man festhält, dass diese Absorptionsmaxima ihre Lage unter allen Umständen bei allen chlorophyllgrünen Objecten festhalten. Dieser Schluss wäre ferner auch dann richtig, wenn selbst hier und da — wie ich durchaus nicht absolut bestreiten will — das Maximum entschieden und genau bei B gefunden würde. Denn der Satz, dass eine directe Proportionalität zwischen der Grösse der Absorption im Chlorophyllfarbstoffe und der Grösse der Sauerstoffabgabe der Pflanze besteht, welcher durch die Coincidenz der Maxima beider erwiesen werden soll, verlangt eben die constante Übereinstimmung der Lage der Maxima, die aber jede nur einigermaassen ausgedehnte Versuchsreihe im Mikrospectrum sofort zurückweisen wird. In den Curven auf Tafel III habe ich in den Figuren 2 bis 9 nur einige der vielen Anschauungsbilder der Energie der Bewegung und der Verbreitung der Bacterien-Schwärme im Mikrospectrum, die bei ausgedehnteren Beobachtungsreihen zur Anschauung gelangen und jenen Satz widerlegen, zur objectiven Darstellung bringen wollen, namentlich solche, die am häufigsten beobachtet werden (Fig. 2—5 Taf. III). Dass die hier verzeichneten Curven nicht den numerischen Verhältnisswerth der Bewegungsgrösse an jedem Puncte des Spectrums wiedergeben, habe ich bereits früher erwähnt.

III. Ergebnisse und Kritik der successiven Beobachtungsweise im Mikrospectrum.

Die bisher mitgetheilten Resultate habe ich, wie angegeben, mit der Bacterien-Methode in derjenigen Form ihrer Anwendung erhalten, welche ENGELMANN als simultane Beobachtungsweise bezeichnet. ENGELMANN will aber mit Hülfe seiner Methode unter Anwendung derselben in einer zweiten Form, die er successive Beobachtungsweise nennt, numerisch genaue Resultate über das Verhältniss der Sauerstoffabgabe in den verschiedenen Regionen des Spectrums erlangt haben, die seine Anschauungen in exacter Weise rechnungsmässig bestätigen sollen.

Die gewonnenen Zahlen legt er den von ihm gezeichneten, sogenannten Assimilationscurven der Pflanzen zu Grunde. Da meine eigenen Befunde bei simultaner Beobachtungsweise hiermit im Gegensatze standen, so war ich genöthigt auch diese zweite Anwendungsweise der Methode einer Prüfung zu unterziehen. Sie fiel nicht günstig aus. Bei dieser successiven Beobachtungsweise stellt ENGELMANN das Object nicht mehr, wie bei der simultanen senkrecht, sondern parallel zu den Fraunhofern im Spectrum ein, und führt dasselbe dann nach und nach, gerade so wie dies bei den Versuchen im objetiven Makrospectrum geschieht, über das kleine Spectrum im Gesichtsfelde hinweg. Die Bestimmung der Grösse der Sauerstoffabgabe an jeder Stelle erfolgt durch die Bestimmung der Minimalweite der Spaltöffnung des Licht zuführenden Apparates, bei welcher die Bewegung an der untersuchten Stelle beginnt, und die Grössen der Sauerstoffabgabe in den verschiedenen Farben stehen dann im umgekehrten Verhältniss der gefundenen Spaltweiten, die für die Bewegung in ihnen nöthig waren. Für jede Stelle im Spectrum muss demnach eine besondere Messung der Spaltweite erfolgen.

Wie man sieht, ist dies Verfahren viel umständlicher und das Ergebniss nicht so übersichtlich und anschaulich, als bei der simultanen Beobachtungsweise, und die Bacterien-Methode hätte in dieser Form der Anwendung, selbst wenn sie zu quantitativen Messungen brauchbar wäre, kaum einen Vortheil vor der Beobachtung im objectiven Makrospectrum voraus. Es fehlt hier die Gleichzeitigkeit der Beobachtung und der unmittelbare Vergleich der Absorptions- und Exhalationsgrössen im ganzen Spectrum, die den grossen Vorzug der simultanen Beobachtungsweise bilden. Allein die Möglichkeit genauer numerischer Grössenbestimmungen der Sauerstoffabgabe durch die Messung der minimalsten Spaltweite ist überhaupt eine illusorische.

Gewiss darf man annehmen, dass die Grössen der Sauerstoffabgabe umgekehrt proportional der Spaltweite sind, durch welche das Licht auf das Object einfällt. Allein die Methode, die ENGELMANN befolgt, setzt zugleich voraus, dass auch der Sauerstoffreiz, welcher die erste Bewegung bei den Bacterien hervorruft, unter allen Umständen stets von derselben kleinen Sauerstoffmenge ausgelöst wird, und dass die Lebhaftigkeit der Bewegung der Sauerstoffmenge proportional bleibt.

Dies ist nicht der Fall. Das Eintreten der Bewegung an ruhenden Bacterien erfolgt keineswegs in so nothwendiger und alleiniger Abhängigkeit von einer bestimmten kleinen Quantität vorhandenen Sauerstoffs, dass es erlaubt wäre, den Anfang der Bewegung als Maasseinheit einer stets gleichen, minimalen Menge erzeugten Sauerstoffes zu betrachten. Man kann die Bacterienbewegung nicht einmal als ein vollgültiges Reagenz benutzen, wenn es sich darum handelt, nachzuweisen, dass Sauerstoff nicht zugegen ist. Tritt die Bewegung ein, so ist sie allerdings in normalen Fällen[1] ein Zeichen für vorhandenen Sauerstoff; bleibt sie aus, so folgt aber daraus immer noch nicht, dass Sauerstoff fehlt. Eine bestimmte minimale Menge Sauerstoff muss eben nicht nothwendig die Bewegung an den Bacterien hervorrufen.

In diesem Umstande liegt nun das absolute Hinderniss, den Beginn der Bacterienbewegung, so wie es ENGELMANN will, quantitativ analytisch im Spectrum zu verwerthen. Man kann sich durch den Versuch leicht und direct überzeugen, dass es so ist.

Erstens sind schon die Spaltweiten, bei welchen die Bewegung zuerst sichtbar wird, auch unter sonst gleichen Umständen für jede Farbe nicht constant, was doch sein müsste, wenn die minimalste Spaltweite, bei welcher die Bewegung eintritt, als Maasseinheit für die gleiche Menge gebildeten Sauerstoffs dienen soll. Man sieht in derselben Farbe die Bewegung bald bei geringerer, bald erst bei weiterer Öffnung eintreten. Wären ferner die Angaben von ENGELMANN richtig, so müssten sich die minimalen Spaltweiten, bei welchen die Bewegung im Roth, Gelb, Grün, Blau eintritt, in jedem Versuche zu einander verhalten, etwa wie:

$$1 : 2 : 4 : 8.$$

Ich habe dies anders gefunden. Die allergeringste Spaltweite, bei welcher in meinen Versuchen bei directer Sonne die Bewegung auch in den wirksamsten Farben — im Gelb, Roth und Grün — überhaupt sichtbar wird, dürfte auf etwa 5 bis 6 μ anzuschlagen[1] sein.

[1] Ich sage in normalen Fällen, weil es auch andere Reize giebt, die von den Pflanzenzellen ausgehen und eine Bewegung der Bacterien hervorrufen können. Auch

Verringerte ich die Spaltweite noch mehr, so war überhaupt keine brauchbare Beobachtung mehr auszuführen. Nun steht aber so viel fest, dass ich die Bewegung bei 7 bis 8 μ Spaltweite bei directer Sonne schon in allen Farben auch in der der schwächsten Wirkung — im Blau — habe beobachten können. Unterschiede der minimalsten Spaltweiten für die Bewegung in den verschiedenen Farben in der Grösse, wie sie Engelmann annimmt, sind daher gar nicht vorhanden, jedenfalls mit seiner Methode nicht nachweisbar.

Dasselbe, was für directe Sonne gilt, gilt auch für Gaslicht. Bei dem starken Gaslicht, mit welchem ich gearbeitet habe und dessen Intensität stets gleich erhalten wurde, war die geringste Spaltweite, bei welcher die Bewegung im Roth, Gelb, Grün — in welchen Farben sie am leichtesten sichtbar wird — von mir schon bemerkt werden konnte, etwa auf 0.025^{mm} anzuschlagen. Bei einer Spaltweite $= 0.030^{mm}$ sah ich die Bewegung wiederum meist schon leicht in allen Farben, auch im Blau, eintreten.

Die Inconstanz und die Unbestimmtheit der minimalsten Spaltweite, die in den einzelnen Farben für die Bewegung der Bacterien nöthig ist, lässt sich endlich noch in anderer Weise darthun. Es ist gar nicht nöthig, zu der immerhin misslichen Bestimmung der Grösse der Spaltweite zu greifen. Man erreicht dies leichter und noch entscheidender, wenn man bei simultaner Beobachtungsweise den Ort aufsucht, wo an einem Objecte, welches das ganze Spectrum durchzieht, die Bewegung der Bacterien zuerst auftritt. Ein vorwurfsfreies Verfahren ist etwa das folgende.

Nachdem in einem vorschriftsmässig angefertigten, verschlossenen Bacterienpraeparat das geeignete Object — z. B. ein gleichmässig

an gesunden Zellen, die nicht grün sind, habe ich unter Umständen eine sehr lebhafte Bewegung der Bacterien an localen Stellen eintreten sehen, ohne dass es möglich war, die Ursache sicher festzustellen, die jene Bewegung hervorrief. So in Praeparaten, die in der Engelmann'schen Weise hergestellt waren, in welchen aber anstatt grüner Conferven sich Saprolegnia-Schläuche befanden. In dem mit Vaselin verschlossenen Bacterienpraeparat trat nach mehreren Stunden, obgleich die Bewegung überall sonst im Tropfen zur Ruhe gelangt war, unmittelbar am Saprolegnia-Schlauche an einer Stelle ein lebhaftes Bacteriengewimmel auf, gerade so wie sonst nur an einem beleuchteten grünen Objecte. Sichtlich ging hier der Reiz für die Bewegung vom Saprolegnia-Schlauche aus und die Bewegung blieb auch bei veränderter Beleuchtung an jener Stelle bestehen, und erhielt sich dort auch bei Verdunkelung des Praeparates. Dieselbe Erscheinung kann man übrigens auch an krankhaft veränderten und todten grünen Zellen wahrnehmen. Auch von diesen kann ohne Rücksicht auf Beleuchtung und Farbe hin und wieder von einzelnen Stellen ein Bewegungsreiz auf die Bacterien ausgehen, der an localen Stellen ein ähnliches Schwärmen und Wimmeln der Bacterien hervorrufen kann, wie sonst die Sauerstoffexhalation im Lichte. Ich bemerke aber ausdrücklich, dass diese Erscheinungen zwar Vorsicht bei der Beurtheilung der Vorgänge bedingen, aber die Verwerthung der Bacterienbewegung als Sauerstoffindicator kaum beeinträchtigen.

grüner Clodophora-Ast, am besten nicht dicker als etwa 0.07^{mm} bis 0.11^{mm} — senkrecht gegen die Fraunhofer eingestellt ist und bei irgend einer beliebigen, geringen Spaltweite sich eine genügende Ansammlung und lebhafte Bewegung der Bacterien längs des ganzen Fadens, soweit er genügend beleuchtet ist, eingestellt hat, wird das Praeparat ohne die Anordnung im Versuche zu ändern, allseitig verfinstert. Dies geschieht leicht durch passende Verdeckung des Objecttisches und durch Vorschieben eines ausreichenden Schirmes vor den Spiegel des Spectralapparates. Wird nun der Schirm nach kurzer Zeit — etwa nach 10 bis 30 Minuten — entfernt, so erblickt man das Object in seiner vorigen Lage im Spectrum, allein es herrscht im ersten Augenblicke, sofern die Verfinsterung lange genug gedauert hat, noch überall Ruhe, und es vergehen immerhin einige Secunden, bis man die Bewegung der ersten Bacterien eintreten sieht. Man kann nun mit Sicherheit bestimmen, an welcher Stelle im Spectrum dies in dem gegebenen Falle geschieht.

Wäre der Beginn der Bacterienbewegung ein unfehlbares Zeichen für die ersten Spuren sich entwickelnden Sauerstoffes an dem Orte, an dem sie erscheinen, und würde ihr Eintritt das Maass für eine bestimmte minimale Menge desselben sein, so müsste man erwarten, die Bewegung bei enger Spaltöffnung nach und nach in den verschiedenen Farben auftreten zu sehen, in der Reihenfolge, in welcher sie bezüglich ihrer Energie auf Sauerstoffentwickelung auf einander folgen. Bei einer genügend engen Spaltöffnung — der minimalsten für die wirksamste Farbe — müsste die Bewegung wenigstens im Anfange sogar nur an einer Stelle im Spectrum auftreten, dort, wo das Maximum der Sauerstoffausscheidung im Spectrum liegt. Wenn daher die Zahlenangaben von ENGELMANN richtig wären und wenn es sich so verhielte, wie er und diejenigen annehmen, die das Maximum des Vorganges unabänderlich im Roth zwischen *B* und *C* finden wollen, so müsste offenbar die Bewegung in diesen Versuchen entweder nur im Roth auftreten oder doch jedesmal zuerst im Roth, wie dies auch ENGELMANN an der früher S. 144 schon angeführten Stelle seines ersten Aufsatze wirklich angiebt, dann im Orange, Gelb, Grün u. s. w.

Diese Versuche sind von mir unzählige Male angestellt und variirt worden. Ich habe es nicht so gefunden, wie es dieser Vorstellung entspricht. Sowohl bei den möglichst engsten Spaltweiten, welche gerade noch zur Beobachtung der Erscheinung bei verschiedenen Lichtquellen und verschiedenen Lichtintensitäten ausreichen, als auch bei weiteren Öffnungen der Spalte tritt die Bewegung, wenn sie überhaupt zur Erscheinung kommt, an den ersten Bacterien ganz unbestimmt, bald

in der einen, bald in der anderen Farbe zuerst auf; das eine Mal im Orange, das andere Mal im Gelb oder Grün, oder auch im Roth, ohne jede erkennbare bestimmte Regel; nur ist es stets die minder brechbare Hälfte des Spectrums, in welcher sie bei sehr engem Spalt zuerst zur Erscheinung kommt. Höchstens lässt sich auch hier wieder mit einiger Bestimmtheit angeben, dass sie in der grösseren Anzahl der Fälle zuerst im Orange bis Gelb — zwischen *C* und *D* — bemerkt wird, nicht selten tritt sie sogar hinter *D* im Grün früher auf als vor *C* im Roth. Es ist schwer, direct aus den Beobachtungen von Engelmann die Unsicherheit seiner Zahlenangaben nachzuweisen; die besonderen Versuchsbedingungen entziehen sich zu sehr der Controle; doch vermag ich wenigstens an einem Beispiele aus den eigenen Versuchsreihen von Engelmann noch direct zu zeigen, zu welch verschiedenen Zahlenwerthen man bei der Befolgung der quantitativen Methode im Mikrospectrum gelangt, und dass es sich schliesslich bei der Feststellung der Grössen dann gar nicht mehr um rein objective Befunde, sondern um eine Auswahl aus widersprechenden Befunden, und um die Deutung derselben vom Gesichtspunkte theoretischer Anschauungen handelt.

In seiner ältesten Abhandlung[1] hat Engelmann selbst zwei von einander völlig abweichende Zahlenreihen für die Sauerstoffcurve einer und derselben Cladophora-Zelle gegeben. Danach soll die relative Energie der Sauerstoffabgabe im Spectrum für eine 0.028^{mm} dicke Cladophora verschieden sein, je nachdem man die Messungen an der oberen oder an der unteren Fläche der Zelle vornimmt. Sie soll betragen

für die Region	*B* bis *C*;	*D*;	*D* ½ *E*,	*E* bis *b*;	*F*;	*F* ½ *G*.
an der unteren Fläche gemessen	100.0	48.5	37.0	24.0	36.5	10.0
an der oberen Fläche gemessen	36.5	94.0	100.0	52.0	22.0	12.0.

Diese beiden Reihen führen zu ganz entgegengesetzten Schlussfolgerungen über den Werth der Lichtabsorptionen im Gaswechsel der Pflanze. Von ihnen harmonirt die zweite nahezu ganz mit meinen Befunden und meinen eigenen Anschauungen; die erste entspricht der Vorstellung von Engelmann.

Welche Reihe ist für den bestimmten Fall und den Vorgang die maassgebende? Engelmann will nur die Messungen an der unteren Fläche der Zelle gelten lassen. Als Grund führt er an, dass die Absorptionen zwischen *B* bis *C* in den oberen Partien der Zellen

[1] Bot. Zeit. 1882. Nr. 26.

nicht mehr wirken, weil das Licht von der Wellenlänge *B* bis *C* vermöge seiner starken Absorptionen schon in den unteren Partien der Zelle, in welche es zuerst eintritt, verschwindet, während das Licht der anderen Spectralregionen, z. B. das von *C* bis *E* Fraunhofer, da es nicht so stark absorbirt wird, in den oberen Partien noch zur Wirkung gelangt. Deshalb, meint ENGELMANN, sei es auch erklärlich, wenn die Messungen an der oberen Fläche der Zelle im Mikrospectrum, und die Untersuchungen von Blättern im Makrospectrum, die Sauerstoffabgabe im Gelb ergiebiger zeigen als im Roth.

Die Begründung, welche ENGELMANN hier für seine Wahl der an der unteren Fläche der Zelle gefundenen Zahlen zu geben versucht, ist aber hinfällig; sie wäre nur denkbar und berechtigt, wenn die Absorption des Lichtes von der Wellenlänge *B* bis *C* in einem mikroskopischen Objecte von der Dicke einer Cladophora-Zelle schon in den unteren Partien der Zelle eine totale wäre. Dass dies nicht der Fall ist, liegt auf der Hand. In einer einzelnen Zelle oder in einem Conferven-Faden von der Dicke 0.028^{mm} kann von einer totalen Absorption überhaupt nicht, und an keiner Stelle des Spectrums die Rede sein. Eine solche findet bekanntlich auch im Roth und Blau — wenn überhaupt — erst in äusserst dicken und farbstoffreichen Chlorophylllösungen statt, während die mikroskopischen Objecte, die hier in Frage kommen, worauf ich schon in dem Abschnitt über die Absorptionserscheinungen hinwies, nur den sehr schwachen Chlorophylllösungen entsprechen, in denen noch nicht einmal die Chlorophyllbänder I. und II. zur Erscheinung kommen.

Auch die eigenen photometrischen Messungen der Absorption von ENGELMANN widersprechen hierin seiner Anschauung und Behauptung. Er selbst findet[1], dass die gesammte Absorption des rothen Lichtes von der Wellenlänge *B* bis *C* in einem dicken Cladophora-Faden, nachdem das Licht durch die ganze Dicke desselben hindurchgegangen ist, nur 81 Procent des auffallenden Lichtes beträgt; vom gelben Lichte bei *D* nur 47 Procent; von dem Licht der Wellenlänge $D\,^1/_2\,E$ nur 40 Procent u. s. w. Die den relativen Absorptionscoefficienten der farbigen Strahlen entsprechenden Werthe der Sauerstoffabgabe können daher erst an der oberen Fläche des Fadens zum Ausdruck gelangen, und erst die hier gefundenen Zahlen erlauben einen Schluss auf das Verhältniss zwischen der Absorptionsgrösse und der Grösse der Sauerstoffabgabe im Faden. Aus demselben Grunde ist auch die von ENGELMANN versuchte Erklärung der Befunde im Makrospectrum, welche die stärkste Sauerstoffabgabe im Gelb bis Grün nachweisen, unhaltbar.

[1] Bot. Zeit. 1

Bei den jugendlichen Sprossspitzen, die bei diesen Untersuchungen benutzt werden, kann gleichfalls von totaler Absorption nicht die Rede sein. Meines Wissens ist überhaupt kein Blatt bekannt, welches bei durchfallendem Lichte in irgend einem Theile des sichtbaren Spectrums absolut schwarz erscheint.

Die Befunde im Makrospectrum entsprechen daher, ebenso wie die an der oberen Fläche der Cladophora-Zelle, genau der Wirkung der relativen Absorptionsgrössen der Farben in den untersuchten Objecten, und sprechen deutlich gegen die Vorstellung von der Proportionalität zwischen der Exhalationsgrösse und der Grösse der gesammten Absorption in den Pflanzen, welche Engelmann und die anderen unbedingten Anhänger der alten Chlorophylltheorie zu vertheidigen suchen.

Für die Richtigkeit seiner Vorstellung, auf welche alle Zahlenangaben und Curven seiner Abhandlungen bezüglich sind und hinführen sollen. sucht Engelmann endlich noch eine merkwürdige Übereinstimmung geltend zu machen, die sich zwischen den Resultaten seiner Beobachtungs-Ergebnisse im Mikrospectrum und den Resultaten herausstellen soll, welche die neuere Physik über die Vertheilung der Energie im Sonnenspectrum gewonnen hat; eine Übereinstimmung die aber gleichfalls als bestehend nicht anerkannt werden kann, wenn man die Art, wie sie gewonnen ist, einer näheren Prüfung unterzieht.

Engelmann legt hierbei nämlich die Vorstellung zu Grunde, dass die photochemische Wirkung in der Pflanze von der Schwingungsdauer des wirksamen Lichtes unabhängig ist, und stellt ferner die Hypothese auf, dass bei der assimilatorischen Arbeit in der Pflanze, welche zur Sauerstoffabgabe führt, die gesammte Lichtenergie verbraucht wird, welche während des Vorganges von jeder Strahlengattung durch Absorption in der Pflanze verschwindet. Hiernach soll sich dann die Energie (E) jeder Stelle im Spectrum leicht aus der Grösse der Assimilation (A) und der Grösse der Absorption des Lichtes (n) an der betreffenden Stelle berechnen lassen. Es ist somit, wie Engelmann meint, möglich, die Verbreitung der Energie des Sonnenspectrums ebenso gut, wie aus der Bestimmung der Wärmewirkung, so auch aus der Bestimmung der Absorptionsgrössen (n) und Exhalationsgrössen (A) einer Pflanze in den verschiedenen Spectralregionen zu finden. Engelmann führt nun die Bestimmungen von A und n nicht nur für grüne, sondern auch für blaugrüne und braune Pflanzen, für welche die Werthe von A und n selbstverständlich verschiedene sein müssen, mit seiner Methode aus; erhält so drei von einander ganz unabhängig gewonnene Zahlenreihen, und berechnet aus jeder derselben besonders den Werth für die relative Energie in den

Spectralbezirken nach seinen Hypothesen über die Relation von A, n und E in der Pflanze.

Er findet nun, dass die so gewonnenen Werthe von E nicht nur unter sich, sondern auch mit den Werthen gut übereinstimmen, welche man auf rein physikalischem Wege durch Messung der Wärmeeffecte erhalten hat. Dem Vergleiche liegen bei ihm die von LAMANSKY und LANGLEY erhaltenen Zahlen für das Normalspectrum der Sonne zu Grunde. Aus dieser Übereinstimmung schliesst er alsdann zurück auf die Richtigkeit seiner Zahlenwerthe und die Brauchbarkeit und Genauigkeit seiner Methode für die quantitative Feststellung der einschlagenden Verhältnisse.

Dem entgegen bemerke ich nun, indem ich vor der Hand von den theoretischen Schwierigkeiten, die den Grundanschauungen ENGELMANN's von vornherein entgegenstehen, und auf welche noch in den Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen im Mikrospectrum zurückzukommen sein wird, hier ganz absehe:

Erstens: Die Werthe von A sind, wie ich oben ausführlich gezeigt habe, in der That nicht nur inexact, sondern auch unzuverlässig.

Zweitens: Eine Umrechnung derselben in's Normalspectrum der Sonne, die ENGELMANN vornehmen musste, — die Werthe selbst waren im prismatischen Gasspectrum gefunden worden — ist mit so grossen doppelten Fehlerquellen behaftet, dass sie die Genauigkeit, die hier verlangt werden müsste, schon von vornherein ausschliesst.

Drittens: Die Werthe von n, über deren Genauigkeit ich mir aus Mangel an Controle kein Urtheil erlauben will, durften auf die Werthe von A nicht bezogen werden, weil sie nicht an denselben, sondern an verschiedenen Pflanzen bestimmt waren. Auf diesen Umstand macht übrigens ENGELMANN selbst aufmerksam. Auch diese Verhältnisse schliessen schon die Möglichkeit der Richtigkeit des Resultates aus.

Endlich aber hat sich noch in die Ableitung der Gleichung, nach welcher ENGELMANN die Grössen von E berechnet, ein Irrthum eingeschlichen, der ihnen jeden Werth raubt.

Die oben angegebenen Hypothesen, von denen ENGELMANN ausgeht — wonach die Assimilationsgrösse an jeder Stelle im Spectrum der gesammten absorbirten Lichtenergie der betreffenden Stelle gleich sein soll, fordert offenbar die Gleichung:

$$A = En$$

oder

$$E = \frac{A}{n}.$$

Engelmann selbst berechnet aber aus seinen für A und n gefundenen Zahlen die Werthe von E nach der Gleichung:

$$E = \sqrt{\frac{A}{n}}.$$

Wenn er dennoch die gesuchte und verlangte Übereinstimmung mit den Resultaten von Lamansky und Langley findet, so kann dies gewiss nicht für die Richtigkeit seiner Zahlen und Curven sprechen und am allerwenigsten als Beweis für die Brauchbarkeit seiner Methode zur quantitativen Werthbestimmung der Grössen von A, d. h. der Exhalationsgrössen in den Spectralregionen gelten.[1] Wir sind daher um so mehr berechtigt, uns an die unmittelbaren Resultate der Erfahrung zu halten, wie sie bei simultaner Beobachtungsweise hervortreten, die ja darüber gar keinen Zweifel lassen, dass von einer constanten und genauen Coincidenz der Maxima von Sauerstoffabgabe und Absorption bei den grünen Pflanzen niemals die Rede sein kann.

IV. Relative Lage der Maxima von Absorption und Sauerstoffagabe brauner und rother Pflanzen im Mikrospectrum.

Die verschiedenfarbigen, nicht chlorophyllgrünen, Gewächse, welche gleich diesen und unter denselben Umständen, wie diese, Sauerstoff ausscheiden, sind offenbar wegen ihrer abweichenden Absorptionsverhältnisse geeignet, weitere Beiträge zu der Frage nach der Wirkung der Lichtabsorptionen in den Farbstoffen, die bei der Assimilation betheiligt sind, zu liefern. Engelmann hat auch bei ihnen die gleiche Relation zwischen Absorption, Energie und Sauerstoffabgabe finden wollen, die er für die chlorophyllgrünen Gewächse in Anspruch nimmt. Er behauptet, dass auch hier die gesammte Lichtabsorption zur Kohlensäurezersetzung benutzt wird, und dass dies bei der Beobachtung im Mikrospectrum durch die Coincidenz der Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe zum Ausdruck gelangt.

Auch hier haben aber meine eigenen Untersuchungen im Mikrospectrum ein abweichendes Ergebniss gebracht.

Die Unproportionalität zwischen der Gesammtgrösse der Lichtabsorption der Pflanze und der Grösse ihrer Sauerstoffabgabe, die

[1] Ich erwähne noch, dass Engelmann selbst in einem älteren Aufsatze die richtige Gleichung für die von ihm geforderte Relation zwischen Energie (E), Absorption (n) und Assimilation (A) anführt (Bot. Zeit. 1883. Nr. 2). Die Zahlen und Curven, durch welche er den obigen Beweis führen will, sind aber irrthümlicher Weise nach der falschen Gleichung berechnet.

nach meinen Erfahrungen und Anschauungen eine allgemeine Erscheinung der assimilirenden Pflanzen jeder Farbe bildet, tritt bei den nicht chlorophyllgrünen Pflanzen mindestens in ebenso grosser Schärfe, wie bei den chlorophyllgrünen, hervor, und zudem kommen hier wegen der abweichenden Absorptionsbedingungen Verhältnisse zur Anschauung, welche deutlich nachweisen, dass die vorwiegende Bedeutung, welche man in letzter Zeit wiederum den Absorptionen im Roth zwischen *B* und *C* für die Kohlensäurezersetzung zuerkennen will, ihnen nicht zukommt.

Ich lege deshalb, bevor ich die Folgerungen ziehe, zu denen die Beobachtungen im Mikrospectrum zu berechtigen scheinen, hier noch die Ergebnisse meiner Untersuchungen über das Verhältniss von Absorption und Sauerstoffabgabe bei den braunen und rothen Meeresalgen, namentlich bei Phaeosporeen und Florideen vor.

a) Die Absorptionserscheinungen bei Phaeosporeen, Fucaceen und Florideen.

Für die olivbraunen Pflanzen sollen mir hier die Sphacelarien, namentlich *Sph. olivacea* als Beispiel dienen. Die Lichtabsorptionen der anderen Phaeosporeen und der Fucaceen, die ich untersucht habe, schliessen sich nach meinen bisherigen Erfahrungen ohne andere Unterschiede, als solche, die nothwendig durch eine verschiedene Tiefe der Färbung bedingt sind, denen der Sphacelarien, wie es scheint, genau an, und ebenso scheint auch der Gang der Sauerstoffabgabe bei allen hierher gehörigen braunen Pflanzen, soweit wenigstens die Frage der Coincidenz der Maxima und Minima von Absorption und Sauerstoffausscheidung in Betracht kommt, nicht wesentlich abzuweichen.

Tief braune Äste und Stämme von *Sphacelaria olivacea* zeigen nun trotz der auffallenden Abweichung in der Farbe, die zwischen ihnen und den eigentlich chlorophyllgrünen Gewächsen besteht, dennoch im Mikrospectrum ein Absorptionsbild, welches in Bezug auf die Lage der Maxima deutliche Chlorophyllcharaktere an sich trägt. Ihr Spectrum erscheint deshalb dem einer grünen Conferve überaus ähnlich. Chlorophyllband I. und die Endabsorption treten ebenso und an derselben Stelle, wie z. B. bei einer *Cladophora* auf. (Man vergleiche Fig. 2. *Sphacelaria* Taf. III.) Von den Chlorophyllbändern II., III. und IV. im Orange und Grün ist bei den dünnen mikroskopischen Objecten, die auch hier immer vorliegen, ebenso wenig wie dort eine Andeutung vorhanden. Auch hier gelangt die unbestimmtere Verdunkelung der Region im äusseren Roth zwischen α und *B* Fraunhofer und hinter *C*,

von der in manchen Fällen schon bei grünen Zellen Spuren auftreten, zur Wahrnehmung und zwar gewöhnlich viel kräftiger und entschiedener als dort. Namentlich bei weniger intensiver Beleuchtung — z. B. im Gaslicht — erscheint hierdurch in dickeren und dunkler gefärbten olivbraunen Zellen oft der gesammte rothe Anfang des Spectrums bis zur Linie *C* fast gleichmässig verdunkelt. In dieser continuirlichen Verdunkelung zeichnet sich die Stelle zwischen *B* und *C*, wo das Chlorophyllband I. liegt, nicht immer durch auffallend tiefere Verdunkelung aus. Es ist daher bei tief braunen Zellen mitunter schwer, die eigentliche Begrenzung des Chlorophyllbandes I. festzustellen. Gleichwohl liegt hier das Maximum der Absorption an derselben Stelle im Roth, und in den weitaus häufigsten Fällen und bei weniger tief gefärbten Objecten ist das Chlorophyllband I an seiner Stelle leicht und sicher nachzuweisen, so dass ein Zweifel über seine Existenz und Identität mit dem Chlorophyllband I. der grünen Pflanzen nicht möglich ist. Auch schon ohne Messungen erkennt man daher, dass das eine Maximum der Absorption auch bei den braunen Pflanzen zwischen *B* und *C* im Roth liegt.[1]

Zu diesen Absorptionen im Roth und Blau-Violet, die mit denen grüner Pflanzen übereinstimmen, tritt nun bei den braunen Pflanzen als wesentlichster und eigentlich als einziger Unterschied von den rein chlorophyllgrünen eine verstärkte Absorption in der grünen Region des Spectrums hinzu. Diese bestimmt eben die abweichende Farbe dieser Pflanzen. Die erwähnte Verdunkelung im Grün beginnt oft schon vor $D\,{}^1/_2E$, setzt sich je nach Dicke und Farbenconcentration der Objecte bald schwächer, bald stärker und mehr oder weniger anwachsend, über die ganze grüne Region des Spectrums fort und geht dann ununterbrochen in die Endabsorption im Blau über. Bei jüngeren und helleren Zweigen ist die Absorption im Grün oft äusserst schwach, wodurch das Absorptionsspectrum dem der chlorophyllgrünen Pflanzen noch ähnlicher wird. Man sieht dann wie bei einer *Cladophora* nur Chlorophyllband I. und die Endabsorption, die aber immer schon weiter vor *F* beginnt, als dort.

Zwischen *C*, wo die starke Absorption im Roth aufhört, und $D\,{}^1/_2E$, wo die stärkere Absorption im Grün wieder beginnt, liegt nun bei den braunen Zellen die Stelle der schwächsten Absorption. Da dieser Punkt für die Vergleichung mit der Sauerstoffexhalation der wichtigste ist, so hebe ich noch ausdrücklich hervor, dass die braunen

[1] Eine geringe Verschiebung des Bandes gegenüber seiner Lage bei grünen Pflanzen ist auch hier so zu deuten, wie die Verschiebung derselben in grünen Pflanzen gegenüber seiner Lage in Chlorophylllösungen.

Pflanzenzellen, wie jede Beobachtung im Mikrospectrum zeigt, für diese Region C bis $D\,{}^1/_2\,E$ unbedingt und unter allen Umständen am durchlässigsten sind, viel durchlässiger namentlich, als für die Stelle von B bis C im Roth, und dass hierüber schon der blosse Vergleich der Helligkeit der Objecte in den verschiedenen Regionen keinen Zweifel lässt.

Kurz zusammengefasst zeigt sich demnach, dass das ganze Blau-Violett im Spectrum und ebenso das Roth zwischen B und C Fraunhofer auch von den braunen Zellen am stärksten absorbirt wird, bedeutend schwächer dagegen schon das Grün und am schwächsten das Orange und Gelb, von C an bis etwa $D\,{}^1/_2\,E$.

Bei der vorliegenden Aufgabe, die nur den Werth der Lichtabsorption in der Pflanze im Auge hat, darf man, wie ich noch bemerken will, von der sonstigen Beschaffenheit des braunen Farbstoffes der Phaeosporeen und Fucaceen vorläufig ganz absehen. Es herrscht hierüber, wie bekannt, eine Meinungsverschiedenheit. Die Einen halten denselben für eine Chlorophyllmodification, die Anderen für ein Gemisch von Chlorophyll und einem zweiten Farbstoffe. Das Absorptionsspectrum der Pflanze giebt hierüber ebensowenig nähere Auskunft, wie die an sich mehrdeutigen Zerlegungs- und Trennungsversuche, durch welche man die Frage hat zur Entscheidung bringen wollen. Die Lage der Absorptionsmaxima in der Pflanze aber, auf die es hier ganz allein ankommt, wird von der Zusammensetzung und Reinheit, oder Unreinheit der Farbstoffe gar nicht berührt. Sie wird in jedem Falle von der Gesammtwirkung der in der Pflanze vorhandenen Absorptionen bestimmt, und hierbei ist es ohne Belang, ob diese von einem oder von zwei Farbstoffen herrühren. Bemerkenswerth für die physiologische Betrachtung ist dagegen, dass auch im Absorptionsspectrum der braunen Pflanzen die nahe Beziehung ihrer Farbe zum Chlorophyll zur Anschauung gelangt.

Man kann das Spectrum der braunen Pflanzen je nach der Vorstellung, der man über den braunen Farbstoff huldigt, als ein Chlorophyllspectrum mit gesteigerten Absorptionen im Grün und im Roth neben Chlorophyllband I. ansprechen, oder auch als ein Chlorophyllspectrum, zu dem noch das Spectrum eines zweiten Farbstoffes hinzutritt mit Absorptionen, die vornehmlich im Grün und Roth liegen.

Gehen wir nun zu den Absorptionserscheinungen der Florideen über, so finden wir bei diesen dunkelschwarz-rothen bis rein rothen Pflanzen analoge Erscheinungen wieder. Untersucht habe ich bezüglich dieses Punctes namentlich einige Polysiphonien, dann *Rhodomela subfusca* und *Delesseria sanguinea*. Trotz der grossen Verschieden-

heiten, die hier wieder in der äusseren Farbe zwischen den dunkleren Polysiphonien und der schön rothen *Delesseria* bestehen, zeigen doch auch hier, gerade wie es bei den braunen Pflanzen der Fall war, ihre Absorptionsspectra unter sich keine anderen Verschiedenheiten, als solche, die in der Tiefe der Färbung liegen. Das heisst, man darf annehmen, dass es bei den verschiedensten Florideen sich immer nur um denselben Farbstoff, oder dasselbe Farbstoffgemenge, nur in verschiedener Concentration, oder in relativ verschiedener Anhäufung handelt. Auch das Absorptionsspectrum der Florideen lässt sich nun kurz so auffassen oder darstellen, dass hier gleichfalls ein Chlorophyllspectrum vorliegt. zu welchem, wie bei olivbraunen Zellen, noch eine Absorption im Grün und Roth, und zwar eine noch viel stärkere als bei den olivbraunen Zellen hinzutritt.

Im Einzelnen ausgeführt nimmt man bei den Florideen folgende Absorptionserscheinungen wahr.

Dünnere Polysiphonia-Äste zeigen (vergl. Fig. 1 *Polysiphonia* Taf. III und Fig. 3 und 4 Taf. IV) namentlich bei intensiver Beleuchtung — z. B. in directer Sonne — wiederum das bekannte Chlorophyllband I. beiderseitig mehr oder weniger scharf begrenzt an seiner richtigen Stelle; ferner die Endabsorption im Blau-Violett, und jene unbestimmtere Absorption im Roth v o r *B*, durch welche auch hier bei dunkleren Objecten eine continuirliche Verdunkelung des ganzen rothen Anfangs im Spectrum bis zur Linie *C* — so wie bei manchen Phaeosporeen — hervorgerufen wird. In dieser Verdunkelung wird auch hier unter Umständen das Chlorophyllband I. zwischen *B* und *C* nur äusserst schwer, oder gar nicht als eine noch tiefer markirte Absorptionsstelle erkennbar. Auch hier kommen dann die Chlorophyllbänder II. III. nicht zur Wahrnehmung, und auch hier tritt dann wieder, wie bei den braunen Pflanzen noch eine äusserst starke Absorption im Grün, die hier aber bedeutend stärker als bei braunen Pflanzen ist, hinzu. Sie beginnt schon kurz hinter *D*, wo das Grün im Spectrum seinen Anfang nimmt, und erstreckt sich an Stärke rasch anwachsend ununterbrochen bis zur Endabsorption. So ist bei den Florideen die Absorption im ganzen Blau und Violett, dann im Grün, sowie auch im Roth zwischen *B* und *C* eine äusserst kräftige. Über die relative Grösse desselben lässt sich selbstverständlich ohne photometrische Messungen nichts Bestimmtes aussagen, doch scheint, soweit die relativen Helligkeiten ein Urtheil gestatten, nicht nur das ganze Blau-Violett, sondern sogar das dem Blau benachbarte Grün bei den Florideen stärker absorbirt zu werden, als das Roth. Allein dieser Umstand ist für die Betrachtung, die ich später daran knüpfen will, weniger von Bedeutung. Wichtig für dieselbe ist dagegen nur, dass

die Stelle der geringsten Absorption bei den Florideen ungefähr zwischen *C* und *D* liegt, etwa vom Ende des Roth bis zum Anfang des Grün, und ausdrücklich erwähne ich noch besonders, dass die Absorption zwischen *B* und *C* unbedingt weit stärker ist, als zwischen *C* und *D*. Hierin findet demnach zwischen den braunen und rothen Pflanzen eine volle Übereinstimmung statt.

b. Die Sauerstoffabgabe der Phaeosporeen und Florideen im Mikrospectrum.

Die Untersuchung der Sauerstoffexhalation im Mikrospectrum, zu der ich jetzt übergehe, zeigt auch bei den braunen und rothen Pflanzen das Phaenomen der Inconstanz der Lage des Maximums, auf welches ich schon bei den grünen Pflanzen hingewiesen habe. Das Maximum schwankt in verschiedenen Versuchen innerhalb nicht unbedeutender Grenzen und seine Schwankungen sind offenbar abhängig von Bedingungen, die man bei der Beobachtung im Mikrospectrum gar nicht beherrscht. Auf diesen Umstand und seine mögliche Deutung werde ich weiter unten zurückzukommen haben.

Abgesehen aber hiervon lässt sich seine Lage in der Mehrzahl der Fälle mit genügender Sicherheit feststellen.

Zunächst für braune Pflanzen (Fig. 1 und 2 *Sphacelaria* Taf. IV) ist es sicher, dass dasselbe fast regelmässig in dem Raume zwischen *C* und *D* Fraunhofer liegt; häufig nahe der Mitte zwischen *C* und *D*. Bei der Beobachtung im Gaslicht ist der Abfall nach beiden Seiten vom Maximum stark ausgesprochen, weniger stark in directem Sonnenlicht, wo der Abfall namentlich nach Grün hin gewöhnlich viel unbedeutender ist. Ausnahmsweise kann die Bewegung auch im Roth und Grün fast so gross werden als im Orange. Doch können diese Ausnahmen selbstverständlich das Resultat nicht umstossen, dass in der Mehrzahl der Fälle das Maximum deutlich zwischen *C* und *D* liegt und durch die verstärkte Absorption der braunen Pflanzen im Grün tritt dann das Verhältniss, dass Exhalations- und Absorptionsmaxima nicht zusammenfallen, hier ungemein deutlich hervor. In den bezeichneten Fällen liegt bei den braunen Pflanzen das Exhalationsmaximum sogar genau innerhalb der Region der geringsten Absorption der Pflanze.

Was nun ferner die Sauerstoffexhalation der rothen Pflanzen im Mikrospectrum betrifft, so findet auch hier ein ähnliches Verhältniss statt. Die Bewegung der Bacterien im Roth über *B* bis *C* erscheint zwar auch hier in selteneren Fällen sehr lebhaft, fast so lebhaft, wie

im Orange hinter C, allein der gewöhnliche und regelmässige Fall (vergl. Fig. 3—10; *Polysiphonia* und *Rhodomela*. Taf. IV.) ist auch hier der, dass die Bewegung vom Roth nach Orange ansteigt, und dass ihr Maximum hier geradezu in den hellsten Theil der Pflanze, in die Region der schwächsten Absorption im Spectrum zwischen C und D oder kurz vor D fällt. (Fig. 3—6 und 9—10 Taf. IV.) Bei Anwendung von directem Sonnenlicht liegt dasselbe fast ohne Ausnahme gerade auf D und nimmt den Theil vor Beginn der starken Absorption im Grün ein. Von hier aus fällt die Bewegung nach beiden Seiten zunächst nur schwach, nach Roth hin aber stärker als nach Grün. Hier im Grün setzt sie sich nicht selten nahezu in gleicher Stärke, wie im Gelb eine längere Strecke weit fort. (Fig. 6 Taf. IV). Auch kann es vorkommen, dass die Bewegung im Anfang Grün hinter D hin und wieder einmal noch stärker erscheint, als um D. (Fig. 7 Taf. IV). Jedenfalls erreicht aber in zahlreichen Fällen die Lebhaftigkeit der Bewegung ihr Maximum schon bei D und kurz vor D, also an einer Stelle, die wiederum sichtlich in der Region der schwächsten Absorption der Florideen liegt. So schon bei der Beobachtung im Sonnenlicht; bei der Beobachtung im Gaslicht (Fig. 9 Taf. IV) ist die Erscheinung, dass Absorptions- und Assimilationsgrösse bei den Florideen nicht gleichen Schritt halten, bei dem Vergleich zwischen der Bewegung im Roth, Blau und Grün mit der Bewegung in dem Raume zwischen C und D noch ausgeprägter und noch entschiedener ausgesprochen.

V. Unproportionalität von Lichtabsorption und Sauerstoffabgabe im Spectrum und Folgerungen daraus.

Die hier mitgetheilten Ergebnisse fordern zunächst zu einem Vergleiche mit den Resultaten heraus, die bei der Untersuchung im Makrospectrum erhalten worden sind, und verlangen ausserdem eine Erörterung der sich anschliessenden Frage, welche Folgerungen sie zulassen bezüglich des physiologischen Werthes, den die electiven Lichtabsorptionen im Gaswechsel der Pflanze besitzen. Es ist jedoch nicht meine Absicht, hier mehr als einige Andeutungen in Betreff der beiden berührten Punkte zu geben. Vor Allem liegt es nicht in meiner Absicht, die Untersuchungsmethode im Makrospectrum und die mit derselben gewonnenen widerspruchsvollen Resultate hier einer ausführlichen und eingehenden Kritik zu unterziehen. Dies ist oft genug auch in letzter Zeit geschehen, ohne zu einer befriedigen-

den Erklärung der vorhandenen sachlichen Widersprüche geführt zu haben. Ich will vielmehr an dieser Stelle nur darauf hinweisen, dass sich die scheinbaren Widersprüche in einfachster Weise lösen und mit meinen Beobachtungen im Mikrospectrum vereinen lassen, wenn man, wie es meine Beobachtungen nachweisen sollen, die Inconstanz der Lage des Maximums der Sauerstoffabgabe und des Verlaufes ihrer Curve anerkennt. Es liegt dann kein Widerspruch der Befunde mehr, sondern nur die unberechtigte Verallgemeinerung derselben bei den verschiedenen Beobachtern, die zu abweichenden Resultaten gelangt sind, vor.

Die Annahme, dass die Sauerstoffcurve im Spectrum bei allen chlorophyllgrünen Pflanzen genau den gleichen Verlauf zeigen müsse, schien allerdings geboten, so lange man, wie dies bis auf meine Untersuchungen allgemein geschah, die Sauerstoffabgabe der Pflanzen im Licht nur als das unmittelbare Resultat eines einfachen Reductionsvorganges der Kohlensäure betrachtete, der sich im Chlorophyllfarbstoff abspielen sollte. Berücksichtigt man aber die verschiedenen, von einander zum Theil unabhängigen Vorgänge der Oxydation und Reduction in der Pflanze, deren Gesammtendresultat die Grösse der Sauerstoffabgabe im Lichte darstellt, so erscheint die Annahme einer Constanz derselben unter veränderten Umständen von vornherein undenkbar.

Für die Auslegung der Versuche im Makrospectrum, die ich oben gegeben habe, spricht auch der Umstand, dass es keinem der Beobachter gelungen ist, eine befriedigende Erklärung für die abweichenden Befunde der anderen Beobachter zu geben, und die etwaigen Irrthümer derselben überzeugend aufzudecken. Die Bemängelung beschränkte sich gewöhnlich auf Fehler in der Methode, die aber im vorliegenden Falle als durchaus nebensächliche zu bezeichnen sind. Dies gilt namentlich von den Ausstellungen, die in Betreff der Unreinheit und Dispersion der Spectra gemacht worden sind, und durch welche man die Zuverlässigkeit der objectiven Befunde in den Versuchen in Frage stellen wollte.

Was zunächst die Unreinheit der Spectra betrifft, so ist der hieraus resultirende Fehler weit übertrieben worden.

Die Verschiebung der Lage des Maximums der Sauerstoffabgabe — auf die es ja hier ganz allein ankommt — durch eine etwaige geringe Unreinheit des Spectrums kann bei nur einigermaassen rationeller Ausführung der Versuche das wahre Verhältniss nur ganz unwesentlich verändern, und kann unmöglich die enormen Widersprüche, die in den Angaben der Beobachter hier vorliegen, erklären. Der etwaige Fehler, der durch die Unreinheit des Spectrums her-

vorgerufen wird, lässt sich ausserdem beim Resultate in Rechnung ziehen.

Der Grad der Unreinheit eines Spectrums wird durch die Breite bestimmt, welche das monochromatische Licht, oder der homogene Strahl in demselben einnimmt. Eine einfache Construction durch die Überlagerung der Farben in der entsprechenden Breite zeigt, dass die Verschiebung der Lage des Maximums durch die Verbreiterung der farbigen Strahlen von grösster Wirksamkeit im Assimilationsvorgange nie mehr betragen kann, als die Hälfte der Breite, welche der homogene Strahl in dem unreinen Spectrum einnimmt.

Solch enorme Schwankungen in der Lage des Maximums, wie sie nach den Angaben der verschiedenen Beobachter im Makrospectrum vorhanden sind — die zwischen *B* im Roth und *D* im Gelb liegen — können unmöglich aus einer Verschiebung der Lage derselben in Folge von Unreinheit des Spectrums erklärt werden. Wenn diejenigen im Recht wären, welche behaupten, dass das Maximum constant bei *B* liegt, so müsste die Unreinheit des Spectrums in jenen Fällen, in welchen die Lage des Maximums bei *D* gefunden wurde, eine Verschiebung desselben von *B* nach *D* hervorgerufen haben. Dies ist ganz undenkbar. Bei einer Breite der homogenen Strahlen und einer dementsprechenden Überlagerung der Farben, welche eine derartige Verschiebung des Maximums ermöglichte, würde Niemand mehr von Versuchen über den Wirkungswerth verschiedener Farben im Spectrum reden; die Spectralfarben wären selbst dem Auge als solche nicht mehr erkennbar. Bei den Beobachtungen im Mikrospectrum, dies sei beiläufig bemerkt, fällt übrigens die ganze Frage der Unreinheit ebenfalls fort, da sich alle Beobachtungen bei Spaltweiten ausführen lassen, bei denen die Fraunhofer noch sichtbar sind, die also einen absolut genügenden Grad von Reinheit besitzen. Will man aber im Mikrospectrum mit grösseren Spaltweiten, und im Gaslicht untersuchen, dann ist es doch immer leicht möglich durch die Bestimmung der Breite des homogenen Strahles in jedem Versuche den Fehler, den die Unreinheit des Spectrums erzeugt, in Rechnung zu ziehen.

Noch weniger aber, als die Unreinheit, kommt bei der Beurtheilung derjenigen Befunde, nach welchen die Lage des Maximums bei *D* liegen soll, die Dispersion des Spectrums und der Fehler, den diese hervorruft, in Betracht.

Ich erwähne dies ausdrücklich mit Rücksicht auf die neueren Untersuchungen von Reinke, in welchen die Dispersion aufgehoben ist.

Pfeffer und Reinke haben z. B. mit nahezu derselben Methode gearbeitet. — Beide mit der Methode des Gasblasenzählens im Makro-

spectrum; beide mit *Elodea*. PFEFFER findet aber bekanntlich das Maximum bei *D*; REINKE bei *B*.

Nun hat REINKE allerdings bei seinen Versuchen den Fehler der prismatischen Dispersion durch eine geschickte Combination aufgehoben. Es wäre aber ein grosser Irrthum, wollte man die Angaben von REINKE über die Lage des Maximums bei *B* deshalb für zuverlässiger und richtiger halten, weil seine Beobachtung vom Fehler der Dispersion befreit war. Gerade die Existenz der Dispersion in den Versuchen bei PFEFFER giebt eine grössere Bürgschaft für die Richtigkeit seines Befundes in dem beobachteten Falle.

Die vorhandene Dispersion bevorzugt im Resultate bekanntlich den Effect der Wirkung des minder brechbaren Roth gegenüber dem stärker brechbaren Gelb.

Wäre es daher wirklich so, wie z. B. REINKE und ENGELMANN behaupten, dass im Normalspectrum das Maximum der Sauerstoffabgabe constant und unabänderlich im Roth liegt, so hätte PFEFFER bei seinen Versuchen im prismatischen Spectrum, bei welchen das Roth ja noch ausserdem gegen die übrigen Farben bevorzugt ist, das Maximum um so schärfer ausgesprochen im Roth finden müssen. Es wäre überhaupt ganz undenkbar, dass irgend ein Experimentator im prismatischen Spectrum je das Maximum über Roth hinaus im Orange, oder gar im Gelb gesehen haben könnte, und doch ist dies, wie bekannt, nicht nur von PFEFFER, sondern auch von anderen Beobachtern dort gefunden worden.

Es ist deshalb für die Frage nach der Lage des Maximum im Roth weder nöthig die Dispersion aufzuheben, noch die Resultate für das Normalspectrum zu berechnen. Hat man sich ein einziges Mal im prismatischen Spectrum von der Lage desselben hinter *C* oder in der Nähe von *C* sicher überzeugt, so ist damit die Thatsache entschieden, dass die Maxima der Assimilation und Absorption nicht nothwendig zusammenfallen. Nur wenn man das Maximum im Roth fände, bedürfte die Feststellung seiner Lage im Verhältniss zum Absorptionsspectrum noch eine genauere Bestimmung durch Übertragung in's Normalspectrum.

Ich möchte ferner hier noch eine Erscheinung bei den Beobachtungen im Mikrospectrum erwähnen, die gleichfalls Licht auf die Inconstanz der Lage des Maximums verbreiten und auch zur Erklärung der Verhältnisse der Sauerstoffabgabe im Spectrum beitragen kann. Man hat oft, während ein und derselben Beobachtung im Mikrospectrum, Gelegenheit zu sehen, dass die Bacterien den bevorzugten Ort ihrer Ansammlung am Objecte verlassen, und einen benachbarten aufsuchen. Namentlich wenn die Ansammlungen kleiner sind und

die Sauerstoffausscheidung am Objecte nicht ergiebig ist, erhält man oft das Bild kleiner getrennter Bacterienhaufen, die sich an einzelnen, local gesonderten Heerden der Sauerstoffausscheidung angesammelt haben; nach kürzerer oder längerer Zeit sieht man dann die Bacterien diese Heerde verlassen, und sich an anderen benachbarten niederlassen. Die Erscheinung macht den Eindruck, als ob die Sauerstoffentwickelung an einzelnen Stellen des Objectes unterbrochen, gleichsam erschöpft würde, und es gewinnt so den Anschein, dass der Körper in der Pflanze, welcher in die Kohlensäurezersetzung hineingezogen wird, und von dem die Sauerstoffabgabe ausgeht, local an einzelnen Stellen verbraucht und erst später dort wieder erzeugt wird. Diese Vorgänge erfolgen aber, ohne dass das Absorptionsspectrum des Objectes irgend eine sichtbare Veränderung erleidet, jedenfalls ohne dass die Lage der Absorptionsmaxima sich ändert. Es scheinen somit diese Vorgänge schon darauf hinzuweisen, dass dem Körper, welcher in der Pflanze wirklich reducirt wird, die starken Absorptionen im Blau-Violet und Roth nicht angehören und dass daher gar keine Proportionalität zwischen der Grösse der Sauerstoffabgabe und der Grösse der Absorption erwartet werden kann. Wir können nach alledem die Unproportionalität zwischen Lichtabsorption und Sauerstoffexhalation in der Pflanze als eine zweifellos feststehende Thatsache betrachten, und es bleibt nur übrig zu entwickeln, in wie weit dies Verhältniss Aufschluss zu geben vermag über den physiologischen Werth der Lichtabsorptionen in der Pflanze und über ihre Beziehung zum Gaswechsel der Gewächse.

Zu dem Ende will ich schliesslich die Vorstellungen, die an den Vorgang der Sauerstoffabgabe anknüpfen und für die Beurtheilung der Function der Lichtabsorptionen wichtig erscheinen, hier schliesslich noch kurz zusammenfassen und mit den beobachteten Thatsachen vergleichen.

Allgemein geht man und auch mit Recht bei der Betrachtung des Vorganges von der Annahme aus, dass die Grösse des photochemischen Processes in der Pflanze in irgend einer proportionalen Abhängigkeit von der Grösse der Absorptionen derjenigen Strahlengattungen stehen muss, die ihn ausführen. Ebenso ist man aber auch, nach allen vorhandenen Erfahrungen über die Beziehung der Farbe der Gewächse zur Assimilation des Kohlenstoffes, berechtigt vorauszusetzen und anzunehmen, dass der Chlorophyllfarbstoff und die ihm verwandten Farbstoffe der nicht rein chlorophyllgrünen assimilirenden Gewächse eine geeignete und zweckmässige Anpassung an die Assimilation besitzen und dieselben auch zeigen müssen.

Von dem Standpunkte der absoluten Anhänger der alten Chlorophylltheorie, welche die Lichtabsorption in dem Farbstoffe nur zur Zersetzung der Kohlensäure in Beziehung bringen wollen, lag es daher nahe zu erwarten, dass im Spectrum ein sichtbarer Einfluss der Absorptionsgrösse im Farbstoff auf die Grösse der Sauerstoffabgabe zur Anschauung gelangen werde. So entstand als Consequenz der alten Theorie die Forderung der Coincidenz der Maxima von Absorption und Sauerstoffexhalation im Spectrum.

Die Thatsache nun, dass die Sauerstoffabgabe im blau-violetten Ende verhältnissmässig gering ist, stand schon mit dieser Forderung nicht im Einklange. Sie zeigte, dass die Grösse der Sauerstoffabgabe in den betreffenden Farben keineswegs in geradem Verhältnisse zur Grösse ihrer Absorptionen im Chlorophyllfarbstoff steht, und führte zu der Vermuthung, dass die Absorptionen im blau-violetten Theile des Spectrums einen Werth im Gaswechsel der Pflanze besitzen, der ausserhalb der Kohlensäurezersetzung zu suchen sei. In dem minder brechbaren Theile des Spectrums waren und sind allerdings die Angaben über die Grössenverhältnisse der Sauerstoffabgabe noch nicht übereinstimmend. Die Einen behaupten, dass das Maximum derselben hier mit dem Absorptionsmaximum zwischen *B* und *C* zusammenfällt, die Anderen, dass dasselbe im Orange oder Gelb, jedenfalls an einer Stelle geringerer Absorption im Farbstoffe auftritt. War das Letztere der Fall, so war somit auch in der minder brechbaren Hälfte keine sichtbare Proportionalität zwischen Absorption und Sauerstoffabgabe vorhanden, und die hervorragendste Absorption im Farbstoff erschien auch hier nicht der Kohlensäurezersetzung, sondern vielmehr einer anderen Leistung im Gaswechsel angepasst.

Die Schwierigkeiten, die sich hieraus für die alte Theorie ergaben, suchen die Anhänger derselben zu heben, indem sie an der Lage des Maximums im Roth bei *B* festhalten, und bezüglich der geringen Sauerstoffabgabe in der blau-violetten Hälfte des Spectrums auf die geringe Energie der betreffenden Strahlengattungen hinweisen. Zuerst hat sich in diesem Sinne LOMMEL bekanntlich dahin ausgesprochen, die blauen Strahlen könnten wegen ihrer geringen mechanischen Intensität im Assimilationsacte nur wenig leisten, das Maximum müsse aber im Roth liegen, weil hier die stärkste Absorption mit grosser Energie der Strahlung zusammentrifft.

Es ist von Anderen und mir schon wiederholt darauf hingewiesen worden, dass diese Deduction durchaus nicht zwingend ist. Sie beurtheilt den Vorgang wie einen reinen Wärmeeffect der Strahlung und übersieht, dass in der Sauerstoffabgabe vorzugsweise eine chemische Wirkung des Lichtes auf die Pflanze zur Erscheinung kommt. Auch

habe ich wiederholt darauf aufmerksam gemacht, dass der Hinweis auf die geringe mechanische Intensität der blauen Strahlen am allerwenigsten geeignet ist, wenn man auf dem Standpunkte der alten Chlorophylltheorie steht, die auffallende und hervorragende Absorption gerade dieser Strahlen bei allen assimilirenden Pflanzen verständlich zu machen und eine Erklärung für die gemeinsame Farbe derselben zu geben.

Auch die Vorstellung nun, welche neuerdings Engelmann über die Sauerstoffabgabe der Gewächse entwickelt hat, und durch welche er gleichfalls glaubt, die der alten Chlorophylltheorie in den Thatsachen entgegenstehenden Schwierigkeiten heben zu können, geht wesentlich wieder von den gleichen Gesichtspunkten aus, die dem Lommel'schen Erklärungsversuche zu Grunde lagen. Nur hat Engelmann seine Vorstellung consequenter und methodischer durchgeführt, und durch zahlreiche und mühsame Beobachtungen und Messungen empirisch zu begründen gesucht.

Wie ich bereits dargelegt habe, stellt Engelmann den Einfluss der Schwingungsdauer des Lichtes bei der Assimilation völlig in Abrede und stellt zugleich die Hypothese auf, dass die gesammte Lichtenergie, welche bei der Absorption in der Pflanze verschwindet, zur Zerlegung der Kohlensäure in ihr verbraucht wird. Durch zahlreiche Grössenbestimmungen von Absorption und Sauerstoffabgabe in den Spectralregionen sucht er dann zu erweisen, dass die thatsächlichen Verhältnisse den Forderungen aus seinen Voraussetzungen entsprechen, und dass an jeder Stelle im Spectrum die Sauerstoffabgabe genau dem Product aus Absorption und Energie der betreffenden Stelle gleich ist.

Die grosse Reihe von Zahlenangaben, welche Engelmann als Beleg hierfür beibringt, hat auf den ersten Blick viel Bestechendes. Allein ich habe in diesem Aufsatze gezeigt, dass der Werth seiner Zahlen mannigfachen und erheblichen Bedenken unterliegt. Es ist dies erklärlich genug aus der complicirten und subtilen Methode, zu welcher Engelmann gegriffen hat, um die Grössen der Absorption und Sauerstoffabgabe im Mikrospectrum zu bestimmen und mit den berechneten relativen Lichtenergien der Spectralregionen zu vergleichen. Ich habe schon bei der Kritik der Methode im Einzelnen nachgewiesen, dass die Fehlerquellen derselben ein genaues Resultat unmöglich machen, und dass der Beginn der Bacterien-Bewegung, an welchem Engelmann die Grösse der Sauerstoffabgabe misst, kein geeignetes Maass für dieselbe abgiebt. Aus den naheliegenden Bedenken gegen die Grundlagen der Engelmann'schen Hypothesen war auch von vornherein ein günstiges Resultat seiner Bemühungen und

Messungen nicht zu erwarten. Dass die Schwingungsdauer des Lichtes im photochemischen Processe der Pflanze ohne Einfluss sein sollte, scheint schon durch die Auswahl der Farben, welche bei der Assimilation mitwirken, in hohem Grade unwahrscheinlich, und ebenso unwahrscheinlich ist die Annahme, dass die gesammte von der Pflanze absorbirte Lichtenergie zur Zersetzung der Kohlensäure in ihr verbraucht wird. Die Kohlensäure-Zersetzung ist weder der einzige, noch selbst der einzige chemische Lichteffect in der Pflanze.

Endlich aber bringen meine eigenen Beobachtungen im Mikrospectrum, die ich hier mitgetheilt habe — namentlich die an braunen und rothen Pflanzen — den sicheren, empirischen Beweis, dass es nicht so ist, und dass die von den ENGELMANN'schen Voraussetzungen geforderte Relation zwischen Energie, Absorption und Sauerstoffabgabe in der Pflanze nicht besteht. Meine Befunde gestatten zugleich diesen Beweis zu führen, ohne über die Grenzen hinauszugehen, welche der quantitativen Bestimmung der einschlagenden Verhältnisse im Mikrospectrum gesteckt sind.

Da im Mikrospectrum innerhalb der Ausdehnung seines sichtbaren Theiles, die hier in Betracht kommt, nämlich von *B* bis *D* Fraunhofer die Energie von *B* nach *D* fortgesetzt abnimmt, die stärkste Absorption in dieser Region aber bei allen assimilirenden Pflanzen — auch den braunen und rothen — zwischen *B* und *C* auftritt, so könnte selbstverständlich, wenn die ENGELMANN'sche Relation in der Pflanze Geltung hätte und die Absorptionen nur die Zersetzung der Kohlensäure beträfen, niemals der Fall eintreten, dass die Sauerstoffabgabe an irgend einer Stelle zwischen *C* und *D* grösser sein könnte, als zwischen *B* und *C*.

Gerade dieses Verhältniss ist aber im Mikrospectrum der gewöhnliche Fall, und da dies bei den grünen Pflanzen noch immer bezweifelt wird, so ist es für die Erkenntniss derselben desto werthvoller, dass die Thatsache bei braunen und rothen Pflanzen um so viel anschaulicher und ausgeprägter zur Erscheinung kommt.

Die Incongruenzen zwischen Absorptions- und Exhalationsgrösse im Spectrum sind daher nicht bloss scheinbare, sondern es findet absolut keine Proportionalität zwischen dem Gesammtbetrag der Absorption in der Pflanze und der Grösse der Sauerstoffabgabe statt; wie dies auch von vornherein gar nicht anders zu erwarten war. Die Proportionalität wäre nur denkbar, wenn man den Bruchtheil der Absorptionen in den grünen Geweben, der effectiv der Kohlensäurezersetzung dient und für dieselbe verbraucht wird, aus dem Gesammtbetrage der Absorptionen der Pflanze ausscheiden könnte, und

zugleich die Oxydationsvorgänge der Gewebe von dem Reductionsvorgange zu trennen im Stande wäre.

So aber verlangt eben der überschüssige Theil der Lichtabsorptionen, der in der Kohlensäurezersetzung nicht zum Ausdrucke gelangt, die Berücksichtigung seiner Bedeutung für die Lichtwirkung in der Pflanze und im Gaswechsel derselben. Mit anderen Worten die Differenzen zwischen dem Chlorophyllspectrum und dem Gange der Sauerstoffcurve verlangen ihre biologische Erklärung.

Vom Standpunkte der alten Chlorophylltheorie erscheint aber die Thatsache, dass die blau-violetten Strahlen in den assimilirenden Pflanzen so äusserst stark absorbirt werden und doch bei der Sauerstoffabgabe nur wenig leisten, biologisch unverständlich und paradox. Sie wird nicht verständlicher, sondern nur unverständlicher, wenn man hinzufügt und behauptet, dass die blauen Strahlen für die Kohlensäurezersetzung wegen ihrer geringen mechanischen Intensität überhaupt nur von untergeordnetem Werthe sein können. Ähnliches gilt von der Thatsache, dass die Strahlen zwischen *B* und *C* trotz ihrer äusserst starken Absorption, die hier noch mit einer hohen Energie der Strahlung verbunden ist, mindestens in den zahlreichsten Fällen weniger Sauerstoff entwickeln, als die benachbarten zwischen *C* und *D*, die um so Vieles schwächer absorbirt werden. Mit der Thatsache allein kann man sich aber nicht begnügen wollen. Der Chlorophyllfarbstoff und die ihm verwandten bei der Assimilation wirksamen Farbstoffe würden unter diesem Gesichtspunkte für die Function, die man ihnen allein zuschreiben will, in ihren electiven Absorptionen so ungünstig und unzweckmässig als möglich angepasst erscheinen.

Der gemeinsame und durchgreifende Charakter, der alle assimilirenden Pflanzen auszeichnet — die elective Absorption des gesammten blau-violetten Endes und des Roth zwischen *B* und *C* — kann aber nicht anders, als in causaler Beziehung zur Assimilation gedacht und verstanden werden.

Ist man daher gezwungen, die Thatsache anzuerkennen, dass die Maxima von Absorption und Sauerstoffabgabe im Spectrum bei den verschiedenfarbigen assimilirenden Pflanzen nicht zusammenfallen, so wird man auch gezwungen, den electiven Absorptionen derselben im Blau-Violett und im Roth einen Einfluss und eine Bedeutung bei der Assimilation und in der Lichtwirkung auf die Pflanze zuzuschreiben, die ausserhalb der Kohlensäurezersetzung liegen müssen.

Das Nächste ist, wie ich mich bereits in früheren Aufsätzen schon zu zeigen bemüht habe, ihre Bedeutung in einer Beziehung zu den Oxydationsvorgängen der grünen Gewebe zu suchen.

Schliesslich noch eine Bemerkung in Betreff der Absorption der rothen Strahlen zwischen *B* und *C* und der Deutung, die diese in letzter Zeit erfahren hat.

In der Literatur des Gegenstandes, der uns beschäftigt, steht die Frage nach der Bedeutung gerade dieser Strahlen für die Assimilation im Vordergrunde der Betrachtung. Es hat sich nach und nach die Ansicht verbreitet, als ob die Frage nach der Chlorophyllfunction, und damit zugleich die nach der Lichtwirkung im Gaswechsel der Pflanze schon entschieden und erschöpft sei, sobald gezeigt ist, dass die Strahlen, die dem Absorptionsstreifen I. im Chlorophyll entsprechen, einen positiven und hohen Werth für die Sauerstoffabgabe besitzen. Der Nachweis, dass dies der Fall ist, berührt jedoch nur die eine Seite des vorliegenden Problems.

Zweifellos absorbirt die assimilirende Pflanzenzelle jeder Farbe sämmtliche Strahlen des gesammten Spectrums — auch die vor *B* — nur in relativ verschiedener Stärke. Ebenso steht es fest, dass die Strahlen jeder Wellenlänge — vielleicht mit Ausnahme des Ultra-Roth — und zwar in verschiedener Intensität je nach dem photochemischen Werth der Schwingungsdauer für die Kohlensäurezersetzung, befähigt sind den Reductionsact in der Pflanze einzuleiten. Dies lehrt schon die unmittelbare Beobachtung im Mikrospectrum durch den Umfang, welchen die Bacterienbewegung im Spectrum einnimmt. Obgleich die Sauerstoffabgabe kein directes Maas der Reduction ist, so zeigt sie doch überall im Spectrum, wo sie auftritt, einen Überschuss der Reduction über die Oxydation an. Nun erstreckt sich oft genug die Bacterienbewegung im Mikrospectrum sichtlich über den ganzen Umfang des sichtbaren Spectrums und kann unter Umständen vom Roth vor *B* bis weit in's Violett reichen[1]. Dass die rothen Strahlen ebenso, wie alle anderen sichtbaren Strahlen, einen positiven

[1] Hierbei möchte ich noch auf den Umstand aufmerksam machen, dass auch in Bezug auf den Umfang, über welchen die Sauerstoffabgabe im Spectrum sich ausdehnt, ebensowenig Constanz herrscht, wie bei der Grösse der Sauerstoffabgabe in den einzelnen Spectralregionen. Oft geht die Bewegung der Bacterien bis weit hinter *F*, oft hört sie schon bei *F* auf. Auch dies ist vom Gesichtspunkte der alten Vorstellungen absolut unverständlich, so lange man eben auf die Oxydationsvorgänge nicht Rücksicht nimmt und die Sauerstoffabgabe nur auf die Vorgänge im Chlorophyll zurückführen will. Die Bedeutung der Oxydationsvorgänge und dass sie bei der Sauerstoffabgabe keine unwesentliche Rolle spielen, sieht man bei den Untersuchungen im Mikrospectrum besonders deutlich im Violett ausgesprochen, da hier auch bei gleichfarbigen Pflanzen trotz der gleichen Absorptionsbedingungen im Farbstoff die Sauerstoffabgabe bald weiter, bald weniger weit in's Blau-Violett hineinreicht.

Es wäre mehr als inconsequent und unlogisch, wenn man die hieraus zu ziehenden Folgerungen auf die violetten Strahlen beschränken und bei den andersfarbigen nicht berücksichtigen wollte.

Werth für die Kohlensäurezersetzung besitzen, konnte daher und ist auch niemals in Frage gekommen, vielmehr nur, ob ihre Leistungen im Gaswechsel der Pflanze hiermit erschöpft sind. Hiergegen sprechen nun die bereits mehrfach dargelegten Gründe, namentlich die Unproportionalität, die zwischen der Absorption dieser Strahlen und ihrer Wirkung zur Anschauung gelangt. Man hat aber bisher immer nur den positiven Werth der rothen Strahlen für die Reduction im Auge gehabt und hat, indem man diesen zu demonstriren beflissen war, die Bedeutung der rothen Strahlen in dieser Richtung weit übertrieben. Das Äusserste hierin leistet die Hypothese, welche die Absorption der rothen Strahlen und zugleich die Kohlensäurezersetzung an eine besondere Atomgruppe im Chlorophyllmolecul binden will. Ganz abgesehen von der Willkührlichkeit und grösseren oder geringeren Wahrscheinlichkeit dieser Vorstellung soll hier nur ihre Anwendung auf den vorliegenden Fall kurz beleuchtet werden.

Auch Reinke hat diese Hypothese über die Wirkungsweise des Chlorophyllfarbstoffes in neuerer Zeit aufgenommen. Er wurde bei seinen Untersuchungen im Spectrum[1] auf sie geführt, weil er das Maximum der Sauerstoffabgabe in der Nähe von *B* fand, sich aber zugleich davon überzeugte, dass im Blau die Sauerstoffabgabe auch bei Aufhebung der Dispersion nur eine äusserst schwache ist. Er tritt deshalb bezüglich der Wirkungsweise der blauen Strahlen auf meine Seite, stellt aber wegen seiner Befunde im Roth im Anschluss an eine frühere Meinung von Hoppe-Seyler die Vermuthung auf, dass die Zerlegung der Kohlensäure nicht vom ganzen Molecul des Chlorophylls ausgeht, sondern von einer bestimmten hypothetischen Atomgruppe desselben, welche optisch durch die Absorption der rothen Strahlen charakterisirt sein soll.

So lange man nur die grünen Pflanzen im Auge hat, und der vollen Überzeugung ist, dass die rothen Strahlen eine so dominirende Rolle bei der Sauerstoffabgabe spielen, mag man über das rein Hypothetische dieser Annahme, welche die unbekannte Function des noch unbekannten Chlorophyllmoleculs schon an seine noch unbekannteren Atomgruppen vertheilen will, leichter hinwegkommen. Allein die Erscheinungen der Sauerstoffabgabe im Spectrum bei braunen und rothen Pflanzen zeigen sofort die Unhaltbarkeit auch dieser chemischen Hypothese.

Jede braune und rothe Alge zeigt in ihrem Absorptionsspectrum gleichfalls den dunklen Absorptionsstreifen im Roth, der dem Chloro-

[1] Berichte der Deutschen Bot. Gesellschaft Bd. I. S. 414 und S. 422, auch Bot. Zeit. 1884. Nr. 1—4 Schlussbemerkungen.

phyllband I. entspricht (Taf. IV. Fig. 1—10). Hierin gleicht sie der grünen Pflanze. Sie müsste demnach in ihrem Farbstoffe — gleichgültig, ob man diesen als eine blosse Chlorophyllmodification, oder ein Gemenge von Chlorophyll und einem anderen Farbstoffe ansieht — gleichfalls die von HOPPE-SEYLER und REINKE hypothetisch angenommene Atomgruppe besitzen, welcher die Zersetzung der Kohlensäure übertragen sein soll. Nichtsdestoweniger liegt bei allen diesen Pflanzen das Maximum der Sauerstoffabgabe im Mikrospectrum mit einer Entschiedenheit, die jeden Zweifel ausschliesst, nicht im Roth, sondern fällt, wie es die Figuren auf Taf. IV zeigen, weit in's Gelb und Grün des Spectrum hinein. Es ist dies offenbar ein Beweis, dass die Bedeutung der rothen Strahlen zwischen *B* und *C* für die Kohlensäurezersetzung mindestens weit überschätzt wird, und dass jedenfalls die Vorstellung einer besonderen, die rothen Strahlen absorbirenden Atomgruppe im Chlorophyll, von welcher die Zersetzung der Kohlensäure vorzugsweise ausgehen soll, nicht haltbar ist.

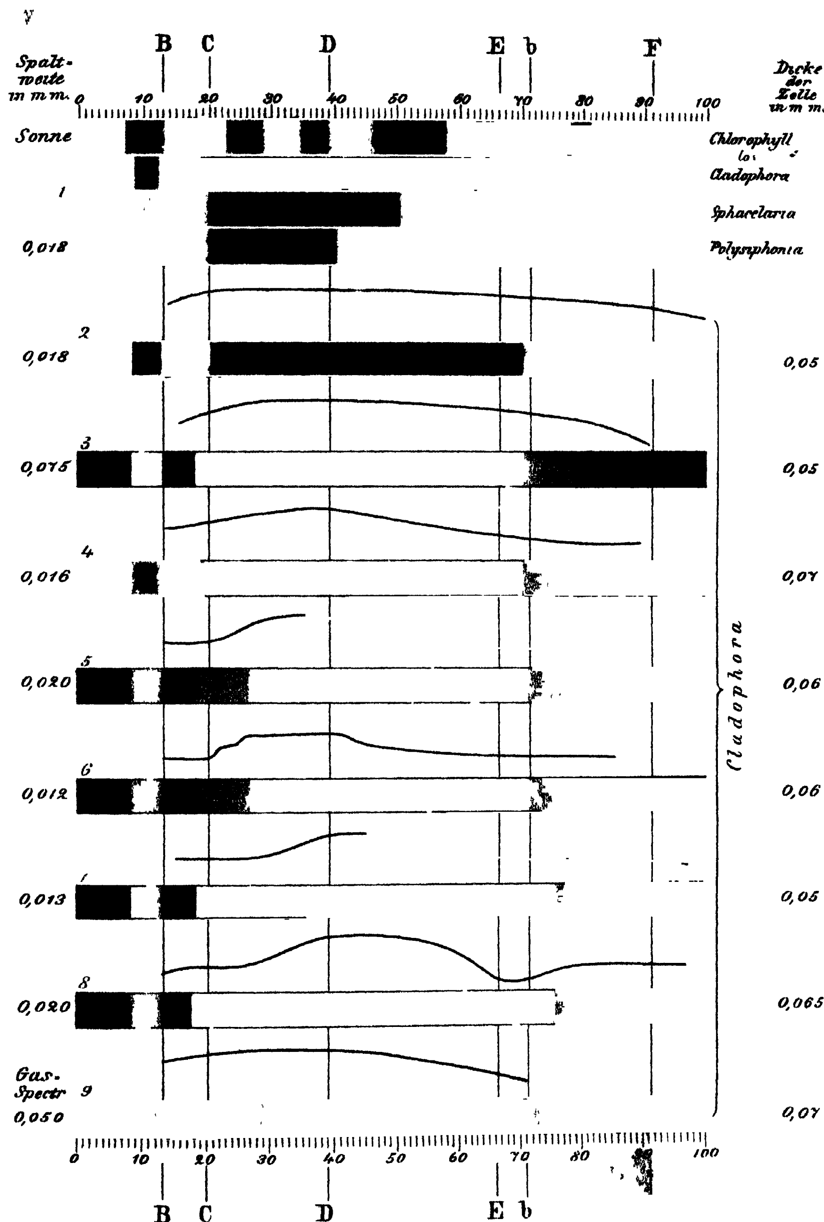
Tafelerklärung.

Die Curven sollen die Ansammlung und Bewegungsenergie der Bacterien im Mikrospectrum veranschaulichen (vergl. S. 139 und 149).

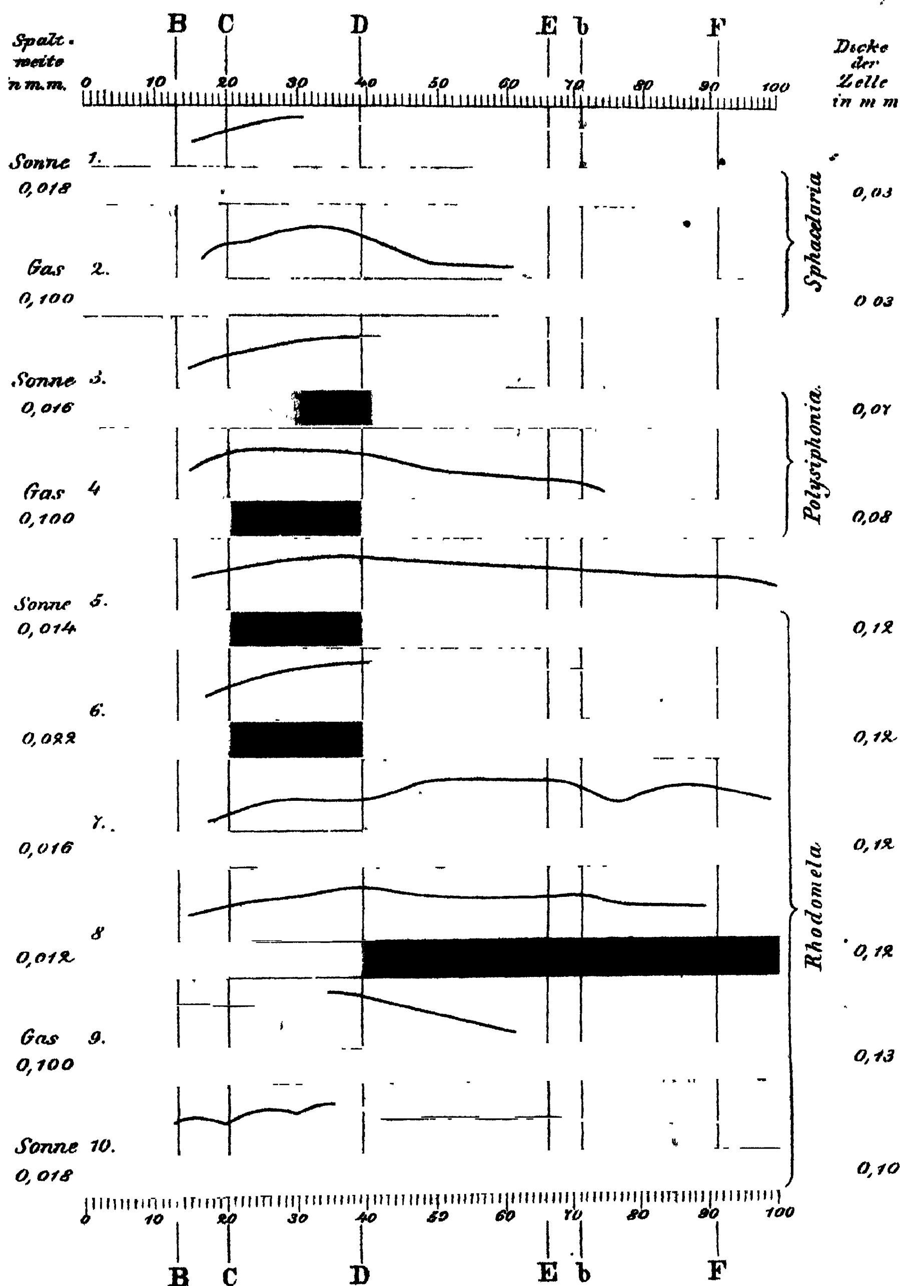
Fig. 1 Taf. III stellt die Absorptionsbilder einer grünen *(Cladophora)*, einer braunen *(Sphacelaria)* und einer rothen *(Polysiphonia)* Pflanze im Mikrospectrum dar; darüber das Absorptionsspectrum einer Chlorophylllösung von bei weitem stärkerer Farbstoff-Concentration, als jene. Alle übrigen Figuren zeigen Ansammlungscurven der Bacterien über dem Absorptionsspectrum grüner (Taf. III), brauner und rother (Taf. IV) Pflanzen, theils im Sonnen-, theils im Gasspectrum. Fig. 6—8 Taf. IV in nicht langen Zwischenzeiten auf einanderfolgende Beobachtungen an ein- und demselben Rhodomela-Zweige.

Ausgegeben am 11. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



Pringsheim: Sauerstoffabgabe im Microspectrum.



Pringsheim: Sauerstoffabgabe im Microspectrum.

1886.
VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

11. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Eichler las über das Dickenwachsthum der Palmenstämme.

Die Mittheilung wird in einem späteren Bericht erscheinen.

2. Derselbe las über Verdoppelung der Blattspreite bei *Michelia Champaca* L.

Die Mittheilung wird anderswo abgedruckt werden.

3. Hr. Munk las den Schluss seiner gegenwärtigen Mittheilungen über die centralen Organe für das Sehen und Hören bei den Wirbelthieren.

Diese Mittheilung folgt umstehend.

Über die centralen Organe für das Sehen und das Hören bei den Wirbelthieren.

Von Hermann Munk.

6. Über die Totalexstirpation der Sehsphaeren des Hundes.
(Schluss der Mittheilung vom 28. Januar.)

III.

Gewissermaassen anhangsweise habe ich noch zweierlei zu besprechen, das zwar nicht streng in den Bereich dessen fällt, was ich hier zu vertheidigen hatte, aber doch in sehr engen Beziehungen zu demselben steht.

Waren auch meine Untersuchungen der Grosshirnrinde immer auf die Sinneswahrnehmungen und die zunächst aus diesen hervorgehenden Sinnesvorstellungen gerichtet, so habe ich doch in einzelnen Fällen die höheren Functionen der Rinde nicht ganz ausser Acht lassen können und von der Intelligenz der Thiere gesprochen. Wo es zuerst geschah, in meiner fünften Mittheilung[1], hatte ich die Intelligenz als den Inbegriff und die Resultirende aller aus den Sinneswahrnehmungen stammenden Vorstellungen definirt; ich liess die Intelligenz überall in der Grosshirnrinde ihren Sitz haben; ich liess jede Läsion der Grosshirnrinde die Intelligenz schädigen, und zwar durch den Ausfall derjenigen Gruppe einfacherer und verwickelterer Vorstellungen, welche die Sinneswahrnehmung der betroffenen Strecke zur Grundlage haben. Darauf hin habe ich in meiner sechsten Mittheilung bei der oben wiedergegebenen Schilderung am Schlusse ihres allgemeinen Theiles von meinen der Sehsphaeren beraubten Hunden gesagt: »normal ist auch die Intelligenz, soweit sie nicht den Gesichtssinn zur Grundlage hat; kurz, nichts ist abnorm, als das totale Fehlen des Gesichtssinnes«. Und auch dagegen hat sich Hr. Goltz mit jenen Worten gewandt: »Es ist demnach sinnwidrig, wie das Munk thut, anzunehmen, dass bei Hunden mit zerstörten Hinterhauptslappen aus-

[1] du Bois-Reymond's Archiv, 1878, S. 588. (Functionen u. s. w. S. 73.)

schliesslich der Gesichtssinn gestört sein soll. Solche Thiere haben vielmehr eine allgemeine Wahrnehmungsschwäche. Sie haben ein mangelhaftes Verständniss für alle Sinneseindrücke und wissen sie nicht für ein zweckmässiges Handeln zu verwerthen. Besonders auffällig ist der Mangel des Richtungssinnes.«

Indem Hr. Goltz unmittelbar vor diesen Worten, im Gegensatze zu seinen Hunden mit zerstörten Hinterhauptslappen, das Verhalten eines »intelligenten aber blinden Hundes mit unversehrtem Hirn« vorgeführt hatte, war dem Leser der Glaube nahegelegt, dass nach meinen Angaben keinerlei Intelligenzstörung, nichts weiter als Blindheit durch den Verlust der Sehphaeren bedingt wäre.. Ein solcher Glaube konnte jedoch nur einen Augenblick bestehen, auch wenn man gar nicht von meiner Schilderung Kenntniss nahm; denn mein Seelenblindheitsversuch[1] war bekannt, und man musste sich erinnern, dass ich zu allererst als Folgen von partiellen Zerstörungen der Hinterhauptslappen gerade Intelligenzstörungen im Bereiche des Gesichtssinnes nachgewiesen hatte, da doch das Erkennen des Gesehenen, welches dort fortgefallen war, als Act der Intelligenz unbestritten ist. Hr. Goltz hat auch natürlich jenes Missverständniss nicht herbeiführen wollen, ebensowenig wie das entgegengesetzte, dass nach seinen Ermittelungen die Hunde mit zerstörten Hinterhauptslappen alle Sinneseindrücke nicht für ein zweckmässiges Handeln zu verwerthen wissen sollten; hatte er ja selber berichtet, wie der »vorzugsweise verwerthete« Hund sein Vergnügen äusserte, wenn er die Goltz'sche Hand roch, nie mit den Füssen in's Leere trat u. dgl. m. Sondern Hr. Goltz ist hier dahin zu verstehen, dass er meiner Aussage, die Intelligenz sei bloss soweit gestört, als sie den Gesichtssinn zur Grundlage hat, entgegenstellt, dass allerlei Sinneseindrücke, Sinneseindrücke aller Sinne nicht zweckmässig verwerthet werden und besonders auffällig der Mangel des Richtungssinnes ist. Jedenfalls ist es nur dieser Widerspruch, welcher einer wissenschaftlichen Betrachtung unterliegen kann.

Wir machen dann die erfreuliche Wahrnehmung, welche wir um so mehr hervorheben müssen, als Hr. Goltz nicht mit einem Worte darauf hat hinweisen mögen, dass, was Hr. Goltz hierhergehöriges an seinen Hunden beobachtet hat, mit meinen Angaben bestens übereinstimmt. Stellen wir alles zusammen, worauf Hr. Goltz sich hier stützt, so sind es folgende vier Beobachtungen[2]:

---

[1] Deutsche medicin. Wochenschrift, 1877. Nr. 13. — du Bois-Reymond's Archiv, 1878. S. 600, 163. (Functionen u. s. w. S. 11, 29.)

[2] Pflüger's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 496—8. — Ich gebe auch hier überall möglichst genau den Wortlaut wieder.

1. Lockte man den »besonders zum Beweise benutzten« Hund durch freundlichen Zuruf heran, so schien er die Absicht zu haben, dem Rufe zu folgen, denn er nahm eine lebendigere Gangart an; aber niemals gelang es ihm, in gerader Linie den Rufenden zu erreichen. Er fand sich gar nicht zurecht, sondern wanderte in ganz falschen Richtungen planlos herum.

2. Kam der Hund bei seinem Umherwandern unmittelbar bei seinem Futternapf vorbei, so hemmte er seine Schritte und frass. Passirte er jedoch den Napf in einer Entfernung von nur einem Schritte, so roch er wohl das Fleisch, wie aus seinen Kopfbewegungen hervorging, aber er vermochte nicht seiner Gangbewegung die zweckmässige Richtung zu geben. Er irrte planlos umher, entfernte sich vom Napfe, statt sich ihm zu nähern, und fand nur zufällig sein Futter.

3. Setzte man den Hund in eine Umzäunung, welche nur eine Höhe von 27^{cm} hatte, so gab er wohl durch Winseln dem Verlangen Ausdruck, aus seiner beengten Lage befreit zu werden, aber er wusste nicht herauszukommen, obwohl der Rand des Pferchs ihm nur an die Brust reichte, und obwohl er innerhalb seines hohen Käfigs sich stets von selbst aufrichtete. Auch nachdem es einmal geschehen war, dass er, als ein zweiter Hund zu ihm in den Pferch gesetzt, sich mit ihm herumstiess, plötzlich die Vorderfüsse auf den Rand des Pferchs hob und unmittelbar darauf draussen war, vermochte er eine Stunde später wieder in den Pferch gesetzt nicht von selbst hinauszusteigen.

4. Öffnete man den Käfig, so sprang der Hund niemals von selbst hinaus, obwohl der Boden des Käfigs nur 40^{cm} über dem Boden des Zimmers lag, und man den Versuch gemacht hatte, ihn durch langsames Hinabsetzen seiner Vorderfüsse darüber zu belehren, wie gering der Sprung war, den er zu machen hatte.

Und in meiner oben wiedergegebenen Schilderung liest man: »Immer geht der Hund sehr langsam und zögernd... Häufig dreht er sich rechtsum und linksum im Bogen, ohne von der Stelle zu kommen; hat er auf den Zuruf die richtige Richtung eingeschlagen, so verliert er dieselbe bald; selbst in dem ihm vorher bestbekannten Raume fehlt ihm jede Orientirung. Zum Laufen, wie zum Springen ist er nie zu bewegen. Vor jeder Terrainschwierigkeit macht er halt oder kehrt er um. Nur gezwungen passirt er die Treppe, indem er Stufe für Stufe mit der Schnauze nachfühlt; hat er nicht die erste Stufe mit der Schnauze abgereicht, so lässt er sich eher jede Misshandlung gefallen, als dass er ein Bein setzt.« Demgemäss lehren die Goltz'schen Beobachtungen nichts neues gegenüber meiner Schilderung, welche ihre Aufgabe, in

knappster Form die wesentliche Charakteristik der Hunde zu geben, wie sich hier gerade zeigt, sehr wohl erfüllt hat.

Neu sind nur die Deutungen, welche Hr. Goltz seinen Beobachtungen giebt. Nach der ersten »leitet« der Gehörssinn und nach der zweiten auch der Geruchssinn den Hund ohne Hinterhauptslappen »nicht so sicher wie einen normalen Hund«. Nach der dritten Beobachtung ist der Hund »nicht im Stande aus den Eindrücken des Tastsinns die Mittel zu einem zweckmässigen Handeln abzuleiten«; und dass »auch andere Erfahrungen bestätigen, dass es diesem Hunde an Entschlossenheit zu fehlen scheint, die Wahrnehmungen, welche er mit Hilfe des Tastsinns gewinnen könnte, zu einem zweckmässigen Handeln zu verwerthen«, ergiebt die vierte Beobachtung. Daher und weil ein »intelligenter aber blinder Hund mit unversehrtem Hirn« sich vortrefflich zurecht zu finden wusste, in gerader Linie auf den Rufenden zukam, ohne Weiteres über den Rand des Pferches und aus dem Käfig hinaussetzte, sogar ohne Besinnen von einem Stuhle und selbst von einem Tische heruntersprang u. s. w., kommt Hr. Goltz zu dem Widerspruche, der uns beschäftigt.

Aber dieses ganze Vorgehen von Hrn. Goltz ist offenbar ein rein willkürliches. Ein blinder Hund ohne alle und jede Intelligenzstörung wird zur Vergleichung herangezogen mit dem Hunde, der nach Hrn. Goltz »sieht, vielleicht sogar ganz gut sieht und nur ausser Stande ist, die Dinge zu erkennen«[1], oder mit meinen Hunden, welche nicht bloss blind sind, sondern auch die Intelligenz, soweit sie den Gesichtssinn zur Grundlage hat, eingebüsst haben. Dass der »besonders zum Beweise benutzte« Hund auf den Zuruf nicht richtig sich wandte, ist nicht gesagt und konnte nicht gesagt werden, es gelang nur dem Hunde niemals, in gerader Linie den Rufenden zu erreichen: und doch war es, nach verhalltem Rufe, der Gehörssinn, der den Hund nicht sicher leitete. Weil der umherwandernde Hund aus der Entfernung von einem Schritte den Futternapf nicht mittels Riechens fand, »vermochte er nicht die Witterung dazu zu verwerthen, um seiner Gangbewegung die zweckmässige Richtung zu geben«; und da er bei einem geringeren Abstande des Napfes dasselbe doch vermochte, indem er dann seine Schritte hemmte und frass, leitete ihn der Geruchssinn nicht so sicher wie einen normalen Hund. Aber dass der normale Hund aus der Entfernung von einem Schritte durch die Witterung, wenn er auf sie allein angewiesen ist, immer oder in der Regel auf den Napf zugeführt wird, nicht umherirrt, nicht sich vom Napfe entfernt, statt sich ihm zu nähern, ist aus gutem

[1] Ebenda, S. 491.

Grunde nicht gesagt; und wir erfahren auch vom blinden Vergleichshunde nichts weiter, als dass er, wenn man ihm den Napf während des Fressens wegnahm, schnüffelnd der Bewegung des Napfes folgte und fast augenblicklich den Napf erreichte, so wie man ihn niedersetzte. Ja, schon mit der allerersten Vorbedingung für die sichere Leitung des Geruchssinnes hatte es bei dem »besonders zum Beweise benutzten« Hunde eine eigene Bewandtniss. Denn nicht nur ging es für Hrn. Goltz bloss aus den »Kopfbewegungen« hervor, dass der Hund aus der Entfernung von einem Schritte »das Fleisch wohl roch«, und ist von dem einzig zuverlässigen Merkmale, dem Schnüffeln, das bei blinden oder schlecht sehenden Hunden stets sich einstellt, wenn sie das Futter riechen, nicht die Rede; sondern wir hören sogar an einer früheren Stelle[1] von Hrn. Goltz selber, dass eben dieser Hund die Nahrung durch den Geruch nur erkannte, wenn er unmittelbar mit der Nase an dem Napfe vorbeistreifte. Endlich weil der Hund, der »nie lief, sondern nur langsam ging«[2], auch nicht sprang, weil er ohne Noth nicht aus dem Pferche oder dem Käfig heraussprang, vermochte er nicht aus den Eindrücken des Tastsinnes die Mittel zu einem zweckmässigen Handeln abzuleiten, trotzdem dass er nie mit den Füssen in's Leere trat, und trotzdem dass er in seinem hohen Käfige sich von selbst aufrichtete um hinüberzuschauen.

Stellen sich derart die Dinge schon bei der ersten Betrachtung dar, so werden sie noch viel bunter, wenn man den »Richtungssinn« hinzuzieht, mit welchem hier Hr. Goltz die Physiologie bereichert hat, die »Entschlossenheit«, welche er mit in's Spiel gebracht hat, u. a. m. Indess auf alles das noch einzugehen, habe ich keinen Anlass, da man schon mehr als zur genüge übersieht, was es auch mit diesem Goltz'schen Widerspruche auf sich hat. Andere Anzeichen von Störung der Intelligenz, als im speciellen Theile meiner Schilderung enthalten sind, habe ich auch bei der monate- und jahrelangen Untersuchung der neuen Hunde nicht gefunden. Diese Erfahrungen aber, welche man gleichmässig an allen der Sehsphaeren beraubten Hunden betreffs ihrer Orientirung im Raume macht, lassen keine andere Deutung zu, als dass der Hund durch den Verlust der Seh-

[1] Ebenda, S. 490—1: »Setzt man den weissen Futternapf, aus welchem der Hund täglich frisst, in einiger Entfernung von ihm auf den Fussboden, während das Thier im Zimmer umher geht, so nimmt er auch den Futternapf nicht wahr, sondern wandert planlos weiter. Nur wenn er zufällig unmittelbar mit der Nase an dem Napfe vorbeistreift, erkennt er die Nahrung durch den Geruch, hemmt seine Schritte und frisst die Schale leer.«

[2] Ebenda, S. 491.

sphaeren ausser den einfacheren Gesichtsvorstellungen auch die aus den Gesichtswahrnehmungen hervorgegangenen Raumvorstellungen eingebüsst hat und in der Folge mittels des Gefühlssinnes neue Raumvorstellungen gewinnt. Ich komme darauf an einer passenden Stelle ausführlicher zurück; jetzt mag ich nicht säumen, mit Dringlicherem abzuschliessen.

Wie ich im Eingange erwähnte, hat Hr. Goltz es für nöthig gehalten, der etwaigen Annahme meiner »Anhänger«, sein »besonders zum Beweise benutzter« Hund habe noch ein Restchen der Sehsphaere besessen, zuvorzukommen, und darum sogleich auch das Fehlen eines »riesigen Netzhautdefectes« mir entgegengestellt. Nun wird es, nachdem Hr. Goltz so vieler Jahre bedurft hat, um die Hemianopsie nach Verstümmelung eines Hinterhauptslappens wiederzufinden, im allgemeinen gewiss verständlich sein, dass er bis zur Bestätigung auch der feineren Verbindungen, welche zwischen den Sehsphaeren- und den Retinapartien bestehen, noch nicht gelangt ist. Aber man wird doch jene Goltz'sche Angabe besonders befremdlich finden, weil nicht bloss nach meinen Ermittelungen eine grosse Beschränkung des Gesichtsfeldes vorhanden sein musste, der Hund, an welchem nur die vordersten Sehsphaerenpartien erhalten waren, bloss noch mit den obersten Retinapartien sehen durfte, sondern auch nach meinen Darlegungen die Aufdeckung eines solchen Gesichtsfeldrestes besondere Schwierigkeiten gar nicht bieten konnte. Mit Recht wird man deshalb, um alles klar zu übersehen, auch hier noch den nöthigen Aufschluss wünschen.

Ihn liefert zunächst Hrn. Goltz' Eigenheit, wie sie uns bereits bekannt geworden ist, reine Beobachtungen und überhaupt thatsächliche Angaben auf dem Wege zu bestreiten, dass er durchaus nicht dieselben, sondern ganz andere Eingriffe und Versuche macht. Von diesem Princip ist Hr. Goltz auch im vorliegenden Falle nicht abgewichen. Ich hatte wohl im Gefolge der verschiedenen partiellen Sehsphaerenexstirpationen einzelne feinere Verschiedenheiten in der Haltung und den Bewegungen der Thiere angemerkt, doch hatte ich das Sehen mit den einen, das Nichtsehen mit den anderen Retinapartien überall durch das Halten und Bewegen, das Niederlegen und Werfen von Gegenständen vor den Augen der Thiere, wie der Hand, des Stockes, des Lichtes, der Fleischstücke u. s. w., constatirt. Das nächstliegende und allgemein gebräuchliche Verfahren hatte sich eben als das beste und zuverlässigste bewährt. Auch war es mit Hülfe desselben Verfahrens seitdem Hrn. Goltz gelungen, von der Hemianopsie nach Verstümmelung eines Hinterhauptslappens sich zu überzeugen. Trotzdem hat Hr. Goltz gerade dieses Verfahren bei seinem

»besonders zum Beweise benutzten« Hunde nicht in Anwendung bringen mögen. Auffallen kann daher nur, wie Hr. Goltz sich hier des richtigen und bewährten Mittels entschlug: dass er ohne das Mittel nicht den Sachverhalt zu erkennen vermochte, kann nicht wunder nehmen.

Aber noch anderes lehrt die nähere Betrachtung dessen, was Hr. Goltz gegen den Netzhautdefect beigebracht hat Ich muss dafür seine Ausführung im Zusammenhange wiedergeben, will ich nicht Gefahr laufen, dass meiner Zerstückelung die Unklarheiten zugeschrieben werden. »Nach der Erklärungsweise Munk's«, sagt Hr. Goltz[1], »müsste mein Hund sich verhalten wie ein Thier mit ungeheurem Netzhautdefect, da er im besten Fall nur einen kleinen Fetzen des Netzhautabklatsches besitzt, welchen Munk auf die Oberfläche des Gehirns zeichnet. Der Hund sieht aber gar nicht wie ein Thier oder ein Mensch mit Netzhautdefect. Er müsste wunderliche Verdrehungen des Kopfes oder der Augen machen, wenn er alle die Dinge trotz eines riesigen Netzhautdefectes sehen wollte, die er wirklich sieht. Schreitet er auf den Papierstreif mit horizontal gerichtetem Kopfe zu, so muss sich der Streif im oberen Theil seiner Netzhaut abbilden. Er nimmt ihn wahr, also functioniren die oberen Hälften der Netzhäute noch. Dann neigt das Thier den Kopf, wie um das Papier genau zu betrachten, wobei der Streif zweifellos gerade quer über der Stelle des deutlichsten Sehens abgebildet wird und mit dieser geneigten Kopfstellung weiter schreitend vermeidet das Thier den Streifen. Es ist also zweifellos, dass dieser Hund mit Hilfe derselben Netzhautstellen sieht, die der gesunde Hund zum deutlichen Sehen verwerthet. Ausserdem haben wir durch Versuche festgestellt, dass der Hund ein in einiger Höhe über dem Erdboden in senkrechter Richtung angebrachtes Tuch mit derselben Sicherheit vermeidet, wie den auf dem Erdboden befestigten Streifen. Das Tuch musste sich auf ganz anderen niedrigeren Netzhautstellen abbilden als der Papierstreif. Diese Thatsachen widersprechen also den willkürlichen Annahmen Munk's.«

Weil der Hund das Tuch in einiger Höhe ebenso sicher vermied wie den Streifen am Boden, sollen wir also glauben, dass er mit den unteren wie mit den oberen Netzhautstellen sah, obwohl von der Gleichzeitigkeit von beiderlei Vermeiden nicht die Rede ist, obwohl an eine Unbeweglichkeit der Augen und des Kopfes nicht zu denken ist, obwohl im Gegensatze zu der sonstigen Exactität, welche Hund, Lappen, Käfig genau messen liess, nicht einmal die Höhe des Tuches

[1] Ebenda, S. 494—5.

über dem Boden bestimmt ist. Auch soll es uns vom Fehlen des Netzhautdefectes überzeugen, dass der Hund nicht für sein Sehen wunderliche Verdrehungen des Kopfes oder der Augen machte, obwohl eine andauernde ausserordentliche Neugier des Hundes gar nicht sich begreifen liesse, und obwohl das Fehlerhafte der Goltz'schen Voraussetzung schon längst durch meine Versuche erwiesen war, bei welchen nie solche Verdrehungen vorkamen, auch wenn ich den Netzhautdefect noch so gross fand, sondern lediglich auf einen besonderen Anlass — den Zuruf, ein Geräusch, das plötzliche Erscheinen eines Lichtes im Gesichtsfeldreste u. s. w. — die passende Wendung oder Drehung des Kopfes eintrat[1]. Hr. Goltz muthet uns da zu viel zu; aber das ist schliesslich doch das unbilligste Verlangen, dass wir auch noch in dem Verhalten des Hundes vor dem Streifen eine Widerlegung des Netzhautdefectes sehen sollen. Denn dieses Verhalten war ja gerade so, wie es zu erwarten stand, wenn der Hund nur noch mit den obersten Retinapartien zu sehen vermochte. Ein ruhig einhergehender Hund mit normalem Gesichtsfelde musste den Streifen schon aus grösserer Entfernung mit den unteren Netzhauthälften sehen und wenn derselbe seine Aufmerksamkeit erregte, die Stellen des deutlichsten Sehens auf ihn einstellen; er musste dann während seiner Annäherung mittels ganz allmählicher Senkung der Augen und des Kopfes das Bild des Streifens auf den Stellen des deutlichsten Sehens festhalten. Am Goltz'schen Hunde dagegen musste schon auffallen, dass er »mit horizontal gerichtetem Kopfe« auf den Papierstreifen zuschritt, weil ich es für solche Hunde, welche nur noch vordere Sehsphaerenpartien besassen und nur noch mit oberen Netzhautstellen sahen, als eine Eigenthümlichkeit beschrieben hatte[2], dass sie den Kopf höher als normal, mehr gegen den Nacken zurückgezogen trugen. Und wenn nun der Hund, wie wir an einer anderen Stelle[3] von Hrn. Goltz erfahren, »bei seiner langsamen Wanderung in die Nähe des Streifens gekommen stutzte«, also erst in der Nähe plötzlich des Streifens gewahr wurde, wenn er derzeit das Bild des Streifens auf den oberen Netzhauthälften hatte, wenn er dann auf dem kurzen Wege zum Streifen den Kopf beträchtlich neigte oder senkte, wenn er endlich, sich zur Seite wendend, mit dieser geneigten Kopfstellung am Rande des Streifens entlang ging, dann konnte es nicht anders sein, als dass er ein sehr beschränktes Gesichtsfeld hatte und nur noch mit

[1] du Bois-Reymond's Archiv, 1879. S. 586—9. (Functionen u. s. w. S. 84—8.) Diese Berichte, 1880. S. 490—1. (Functionen u. s. w. S. 101—2.)
[2] Ebenda.
[3] Pflüger's Archiv, Bd. 34. 1884. S. 491.

den obersten Retinapartien den Streifen sah, den er vermeiden zu müssen glaubte.

Ich habe die Richtigkeit der Überlegung durch den Versuch erprobt. An zwei Hunden habe ich die Sehsphaeren derart unvollkommen exstirpirt, dass ich bei dem einen Hunde von einer Sehsphaere, bei dem anderen von beiden Sehsphaeren die vorderste Partie in 2—3^{mm} Breite zurückliess. Zwei andere solche Hunde lieferte mir die Serie verunglückter Totalexstirpationen, von welcher ich oben S. 123 gesprochen habe; hier waren die beiderseits stehengebliebenen vorderen Sehsphaerenstücke schmaler und kürzer. An dreien von diesen Hunden war alles so zu beobachten, wie ich es eben zusammenstellte: sie trugen den Kopf abnorm hoch; sie stutzten plötzlich, wenn sie auf etwa einen halben Meter dem Streifen nahegekommen waren; sie senkten beim Weitergehen rasch und beträchtlich den Kopf, bis sie den Streifen erreicht hatten; sie gingen mit unveränderter Kopfstellung den Rand des Streifens entlang; sie nahmen die ursprüngliche Kopfstellung wieder an, sobald sie an das Ende des Streifens gelangt waren oder schon vorher von dem Streifen sich entfernt hatten. Mit dem Bewegen u. s. w. von Gegenständen vor den Augen der Hunde war es leicht zu erweisen, dass sie nur mit den obersten Retinapartien sahen. Auch nahmen sie das Fleischstück vom Boden in der charakteristischen Weise[1] auf, dass sie gewissermaassen von oben her auf das Stück losschossen, den Kopf abnorm steil von oben nach unten führten. Der vierte Hund zeigte dasselbe Verhalten, nur mit folgender Abweichung. Wenn er unter Senkung des Kopfes den Streifen erreicht hatte, blieb er eine kurze Zeit dicht vor dem Rande des Streifens stehen, hob dann plötzlich den Kopf, streckte sich und überschritt, weit mit den Vorderbeinen ausgreifend, den Streifen, ohne ihn zu berühren; er sprang also nicht, sondern setzte so über den Streifen, wie ein normaler Hund im Schritt einen schmalen Graben nimmt. Die Breite des Streifens entsprach der gewöhnlichen Länge der Schreibpapierbogen (33^{cm}); das Verhalten des Hundes breiteren Streifen gegenüber zu verfolgen, habe ich leider verabsäumt. Dieser Hund war der grösste unter den vier Hunden, doch hätte er auch, wenigstens auf der einen Seite, das breiteste Sehsphaerenstück behalten; so dass dahingestellt bleiben muss, ob dem einen oder dem anderen Umstande, vielleicht auch beiden zugleich die interessante Abweichung zuzuschreiben ist. Wo der vordere Sehsphaerenrest eine solche Breite hatte, dass er ein Stück derjenigen Partie mit umfasste, deren Exstirpation Seelenblindheit erzeugt (A_1, Fig. 1 und 2), blieb der Hund ebenso unbeein-

[1] DU BOIS-REYMOND's Archiv, 1879. S. 588. (Functionen u. s. w. S. 87.)

flusst vom Streifen, wie in den Fällen, von welchen ich schon früher zu sprechen hatte, wenn das stehengebliebene Sehsphaerenstück sehr klein war oder das erhaltene grössere Sehsphaerenstück der hinteren Hälfte der Sehsphaere angehörte.

Die Goltz'sche Beobachtung tritt also wiederum gerade für die Richtigkeit der Lehren ein, welche sie schlagend widerlegen sollte. Sie thut nicht bloss von neuem dar, was wir schon zu Anfang anderweitig festgestellt haben, dass an dem »besonders zum Beweise benutzten« Hunde die vorderste Sehsphaerenpartie zurückgeblieben war, sondern sie deckt sogar noch klar die Verbindung auf, welche zwischen der vordersten Sehsphaerenpartie und der obersten Retinapartie besteht.

Ausgegeben am 18. Februar.

1886.
IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

11. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Weber las über Kshemendra's Lokaprakâça.

Ausgegeben am 18. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.

X.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

18. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Landolt las über die Zeitdauer der Reaction zwischen Jodsäure und schwefliger Säure. Die Mittheilung erfolgt umstehend.

2. Zu den folgenden Bewilligungen ist die Genehmigung des vorgeordneten Ministeriums erfolgt: von 1200 Mark dem Hrn. Prof. C. Chun in Königsberg i. Pr. zum Zweck einer im März und April nach Neapel und Messina zu unternehmenden Reise zur Erforschung der Siphonophoren; von 900 Mark dem Gymnasialdirector, Hrn. Prof. Gerhardt in Eisleben als Beihülfe zur Herausgabe des 6. Bandes der philosophischen Schriften von Leibniz.

Über die Zeitdauer der Reaction zwischen Jodsäure und schwefliger Säure.

Von H. Landolt.

(Erste Mittheilung s. Sitzungsber. Jahrg. 1885. I. 249.)

Zweite Mittheilung.

Oxydirt man wässerige schweflige Säure durch überschüssige Jodsäure in sehr verdünnten Lösungen, so ist der Zeitpunkt, bei welchem die erstere vollständig in Schwefelsäure übergegangen ist und die Abscheidung von freiem Jod beginnt, abhängig:

1. von dem Gewichtsverhältnisse der beiden activen Substanzen zueinander,
2. von der Wassermenge bezw. der Concentration der Mischung,
3. von der Temperatur.

In der ersten Mittheilung wurde der Einfluss zunehmender Jodsäuremengen auf die Oxydationsdauer einer constanten Quantität schwefliger Säure in verschiedenen Verdünnungen bei der Temperatur 20° durch drei Versuchsreihen festgestellt. An dieselben schliesse ich zunächst einige sie ergänzende Beobachtungen sowie zwei neue Reihen von Versuchen an, welche sämmtlich in gleicher Weise wie früher beschrieben, ausgeführt worden sind.[1]

a) Zu Versuchsreihe II. $3\,SO_2 : n\,HJO_3 : 45000\,H_2O$.

Mischung 10a.

n = 5.1 Mol. Gew.

Angewandt:	$0.13954^{gr}\,SO_2 + 0.65124^{gr}\,HJO_3 + 588.31^{gr}\,H_2O$.
Beob. Zeit:	8.08 — 8.12 — 8.13.
Mittel:	8.11 Sec.

[1] Der Raumersparniss wegen sind in der Folge die Angaben über die Zusammensetzung der Mischungen nicht mehr in der ausführlichen Form mitgetheilt, wie in der ersten Abhandlung; jedoch genügen die angeführten Zahlen, um die Concentrationen nachrechnen zu können. Die angegebene Quantität Wasser war auf die beiden activen Körper vor dem Zusammengiessen stets zu ungefähr gleichen Mengen vertheilt.

Mischung 11.

n = 5.4 Mol. Gew.

Angewandt: 0.11572^gr SO_2 + 0.57182^gr HJO_3 + 487.88^gr H_2O.
Beob. Zeit: 7.27 — 7.28 Sec.

Die früheren Bestimmungen hatten ebenfalls ergeben: 7.28 Sec.

Mischung 11a.

n = 5.7 Mol. Gew.

Angewandt: 0.13954^gr SO_2 + 0.72785^gr HJO_3 + 588.31^gr H_2O.
Beob. Zeit: 6.78 — 6.75 — 6.76.
Mittel: 6.76 Sec.

b) Zu Versuchsreihe III. 3 SO_2 : n HJO_3 : 60000 H_2O.

Die Prüfung der Mischung mit n = 3.3, welche früher 31.74 Sec. ergeben hatte, lieferte bei sehr sorgfältig ausgeführter Wiederholung folgendes Resultat:

Angewandt: 0.12620^gr SO_2 + 0.38109^gr HJO_3 + 709.42^gr H_2O.
Beob. Zeit: 32.56 — 32.59 — 32.61 — 32.60.
Mittel: 32.59 Sec.

Vierte Versuchsreihe.

Molekularverhältniss: 3 SO_2 : n HJO_3 : 45000 H_2O.

Bei dieser Reihe wurde n nur um einen sehr kleinen Betrag wachsen gelassen. In dieselbe sind 3 bereits früher in Reihe II angeführte Beobachtungen mit aufgenommen.

Mischung 1.

n = 1.5 Mol. Gew.

Siehe Versuchsreihe II Mischung 1, welche ergab: t = 58.77 Sec.

Mischung 2.

n = 1.6 Mol. Gew.

Angewandt: 0.13632^gr SO_2 + 0.19959^gr HJO_3 + 574.71^gr H_2O.
Beob. Zeit: 52.91 — 52.87.
Mittel: 52.89 Sec.

Mischung 3.

n = 1.7 Mol. Gew.

Angewandt: 0.11566^gr SO_2 + 0.17992^gr HJO_3 + 487.61^gr H_2O.
Beob. Zeit: 47.91 — 47.81 — 47.85 — 47.81.
Mittel: 47.84 Sec.

Mischung 4.

n = 1.8 Mol. Gew.

I. Angewandt: 0.14218gr SO_2 + 0.23420gr HJO_3 + 599.44gr H_2O.
Beob. Zeit: 43.56 — 43.53 — 43.52.
Mittel: 43.54 Sec.

II. Angewandt: 0.14380gr SO_2 + 0.23686gr HJO_3 + 606.26gr H_2O.
Beob. Zeit: 43.67 — 43.83 — 43.32 — 43.45.
Mittel: 43.56 Sec.

Die nämliche Mischung war schon in Reihe II No. 2 geprüft worden und hatte ergeben: t = 43,54 Sec.

Mittel aller Bestimmungen: 43.55 Sec.

Mischung 5.

n = 1.9 Mol. Gew.

I. Angewandt: 0.14407gr SO_2 + 0.25049gr HJO_3 + 607.41gr H_2O.
Beob. Zeit: 39.69 — 39.73 — 39.72.
Mittel: 39,71 Sec.

II. Angewandt: 0.14139gr SO_2 + 0.24582gr HJO_3 + 596.09gr H_2O.
Beob. Zeit: 40.02 — 40.01 — 40.02.
Mittel: 40.02 Sec.

Mittel aller Bestimmungen: 39.86 Sec.

Mischung 6.

n = 2.0 Mol. Gew.

Angewandt: 0.11512gr SO_2 + 0.21070gr HJO_3 + 485.37gr H_2O.
Beob. Zeit: 36.67 — 36.66 — 36.70.
Mittel: 36.68 Sec.

Mischung 7.

n = 2.1 Mol. Gew.

Siehe Versuchsreihe II Mischung 3, für welche resultirte: t = 33.83 Sec.

Sämmtliche der vorstehenden Beobachtungen sind von Hrn. Dr. ANTRICK ausgeführt worden.[1]

[1] Sowohl bei manchen der obigen wie bei nachfolgenden Versuchen ist die grosse Genauigkeit der Zeitbestimmungen überraschend, indem die Abweichungen oft nur wenige hundertstel Secunden betragen. Wie in der ersten Abhandlung schon erwähnt, zeigt sich eine solche Übereinstimmung nur, wenn man die Versuche mit den nämlichen Lösungen wiederholt, wogegen bei verschiedener Darstellungsweise der Flüssigkeiten Differenzen von mehreren zehntel Secunden auftreten können. Selbstverständlich ist grosse Sorgfalt in den Abmessungen und Wägungen nöthig, und ferner ein stets gleich rasches Zusammengiessen der beiden Lösungen. Übrigens hat sich noch ergeben, dass die persönliche Disposition des Beobachters an verschiedenen Tagen einen nicht unwesentlichen Einfluss ausübt.

I.

Berechnung der Versuche über den Einfluss zunehmender Jodsäuremengen auf die Oxydationsdauer einer constanten Quantität schwefliger Säure.

Zunächst ist folgende Bemerkung vorauszuschicken: Bei der Ausführung der bis dahin mitgetheilten Versuchsreihen war der leichten Übersichtlichkeit der Zahlen wegen die Zusammensetzung der Mischungen so gewählt worden, dass man gemäss der Zersetzungsgleichung: $3SO_2 + HJO_3 = 3SO_3 + HJ$ die Menge der Jodsäure stets auf 3 Mol. SO_2 bezog und sie in einfachen molekularen Verhältnissen wachsen liess. Ferner wurde die constant gehaltene Menge des Wassers dem Gewichte nach gemessen und in Molecülen angegeben, wozu ich beim Beginn der Arbeit durch die einfachen Beziehungen veranlasst worden war, welche sich bei meinen früheren Versuchen[1] über die Abhängigkeit der Existenzdauer der unterschwefligen Säure von der in der Lösung enthaltenen Gewichtsmenge Wasser ergeben hatten.

Für die nachfolgenden Erörterungen war es nun aber zweckmässiger, den Begriff der Concentration einzuführen, und die bisherigen Angaben über den Gehalt an schwefliger Säure und Jodsäure so umzurechnen, dass sie die in der Volumeinheit Flüssigkeitsmischung enthaltene Anzahl Molekulargewichte dieser Substanzen ausdrücken, wobei der Cubikmeter und das Gramm (bez. Liter und Milligramm) zu Grunde gelegt wurden.[2] Bei der Übertragung des Gewichtes der Mischungen auf Volum konnte unbedenklich die Dichte derselben = 1 gesetzt werden, da sämmtliche der angewandten Flüssigkeiten sich in sehr verdünntem Zustande befanden. Der Gehalt an schwefliger Säure in den hergestellten Gemengen schwankte zwischen 0.012 und 0.024 Gew. Proc. und derjenige der Jodsäure zwischen 0.017 und 0.166 Proc. Selbst in dem letzteren extremen Falle besass die Flüssigkeit, wie ein Versuch zeigte, ein specifisches Gewicht von nur 1.0012 bei 20°.[3]

[1] Sitzungsber. 1883. S. 1223.

[2] Van 't Hoff (Etudes de dynamique chimique. Amsterdam 1884) nimmt als Concentration die in Kilogrammen ausgedrückte Anzahl Molekulargewichte Substanz, welche in 1^{cbm} Flüssigkeit enthalten ist. Bei der vorliegenden Untersuchung liefert aber die oben gewählte Einheit bequemere Zahlen, welche für schweflige Säure zwischen 1.856 und 3.708, für Jodsäure zwischen 0.928 und 9.448 liegen.

Als Molekulargewichte wurden genommen: $SO_2 = 63.9$; $HJO_3 = 175.42$.

[3] Die Fehler, welche durch die Vernachlässigung der specifischen Gewichte entstehen, betragen bei den Mischungen mit den höchsten Gehalten an Jodsäure bis zu zwei Einheiten in der dritten Decimalstelle der Concentration. Da die entsprechenden Zeiten aber sehr klein sind, so haben sie auf die Berechnung derselben keinen Einfluss mehr.

In der Folge ist somit unter Concentration der schwefligen Säure (C_S) und derjenigen der Jodsäure (C_J) die in Grammen ausgedrückte Anzahl Molekulargewichte dieser Substanzen verstanden, welche in 1 cbm Flüssigkeitsmischung enthalten sind.

Indem zunächst auf empirischem Wege versucht wurde, die Oxydationsdauer t einer constanten Menge schwefliger Säure als Function der Concentration der Jodsäure darzustellen, zeigten einige vorläufige Rechnungen, dass von den Producten $C_J \cdot t$ und $C_J^2 \cdot t$ das erste eine mit zunehmendem C_J fallende, das zweite eine steigende Reihe gab, und dass daher der Ausdruck:

$$C_J^y \cdot t = \text{Const.}$$

worin y einen zwischen 1 und 2 liegenden Exponenten bezeichnet, den Beobachtungen entsprechen musste.

Ferner liess sich aus den Versuchsreihen ersehen, dass, wenn die Jodsäureconcentration um eine gegebene Grösse sich vervielfacht, die Reactionsdauer in einem constanten Verhältnisse abnimmt; so sinkt die letztere beispielsweise stets nahezu auf $^1/_3$ der anfänglichen, wenn C_J auf das doppelte steigt. Nennt man allgemein $C_{J'}$ und $C_{J''}$ zwei Jodsäureconcentrationen, $t_'$ und $t_{''}$ die zugehörigen Zeiten, und setzt:

$$\frac{C_{J''}}{C_{J'}} = p \qquad \frac{t_'}{t_{''}} = q,$$

so lässt sich die ausgesprochene Beziehung in die Form kleiden:

$$f(C_J) - q\, f(p\, C_J) = 0.$$

Wird nun $f(C_J) = C_J^{-y}$ gesetzt, so hat man:

$$C_J^{-y} = q\,(p\, C_J)^{-y},$$

woraus: $qp^{-y} = 1$. ferner: $p^y = q$, und endlich:

$$y = \frac{\log q}{\log p} = \frac{\log t_' - \log t_{''}}{\log C_{J''} - \log C_{J'}}.$$

Zu den Berechnungen des Exponenten wurden in jeder Versuchsreihe die sämmtlichen Combinationen benutzt, welche sich aus den vorhandenen Werthen für C_J und t bilden liessen, wobei, wenn n die Anzahl der untersuchten Mischungen bedeutet, $\frac{n(n-1)}{2}$ verschiedene Zahlen für y resultirten, aus denen man das Mittel nahm. Sodann wurde für jede Concentration die Constante $k = C_J^y \cdot t$ berechnet und das Mittel gezogen.

Die erhaltenen Werthe für y und k lieferten bei Einsetzung in die Formel:

$$t = \frac{k}{C_J^y}$$

folgende Übereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten Zeiten:[1]

Erste Versuchsreihe.

Angewandtes Mischungsverhältniss: $3\,SO_2 : n\,HJO_3 : 30000\,H_2O$.
Constante Concentration der schwefligen Säure: $C_S = 5.561$.

$$t = \frac{72.82}{C_J^{1.429}}\ \text{Sec.}$$

Mischung No.	C_J	t Beobachtung	t Rechnung	Beob. — Rech.
1	2.226	23.30	23.21	+ 0.09
2	2.782	17.12	16.90	+ 0.22
3	3.338	13.12	13.01	+ 0.11
4	4.450	8.48	8.62	— 0.14
5	5.561	6.23	6.27	— 0.04
6	6.673	4.82	4.84	— 0.02
7	7.782	3.88	3.88	0.00

Die Constanten der obigen Formel hatten sich aus folgenden Rechnungen ergeben:

y berechnet aus den Mischungen:						k berechnet aus Mischung:	
No.		No.	[redacted]	No.		No.	
1 und 2	1.381	2 und 4	1.495	3 und 7	1.429	1	73.11
1 » 3	1.417	2 » 5	1.458	4 » 5	1.382	2	73.87
1 » 4	1.458	2 » 6	1.448	4 » 6	1.393	3	73.45
1 » 5	1.440	2 » 7	1.434	4 » 7	1.383	4	71.60
1 » 6	1.434	3 » 4	1.517	5 » 6	1.407	5	72.33
1 » 7	1.425	3 » 5	1.458	5 » 7	1.384	6	72.60
2 » 3	1.460	3 » 6	1.445	6 » 7	1.357	7	72.81
				Mittel	1.429	Mittel	72.82

[1] Aus den bei den Einzelversuchen angegebenen Daten geht hervor, dass in den Mischungen die schweflige Säure und das Wasser stets in einem constanten Gewichtsverhältnisse gehalten worden sind. Bei der Umrechnung auf die Concentration, wo als Gesammtgewicht der Mischung die Summe der Anzahl Gramme SO_2, HJO_3 und H_2O zu nehmen war, bleibt das Gewicht der in der Volumeinheit Flüssigkeit enthaltenen schwefligen Säure nicht mehr völlig constant, sondern vermindert sich bei wachsender Menge von Jodsäure allmählich etwas. Dies zeigt sich namentlich bei den ausgedehnten Versuchsreihen II und III, und zwar sinkt bei der ersteren die Concentration der SO_2 von 3.710 auf 3.706; bei der letzteren von 2.783 auf 2.779. Nimmt man die Mittelwerthe 3.708 bez. 2.781, so haben die kleinen Abweichungen hiervon sowohl auf die Ableitung der Formelconstanten als auch auf die berechneten Zeiten keinen in Betracht kommenden Einfluss; sie verändern die letzteren höchstens um 0.02 Secunden.

Zweite Versuchsreihe.

Angewandtes Mischungsverhältniss: $3SO_2 : nHJO_3 : 45000 H_2O$.
Constante Concentration der schwefligen Säure: $C_S = 3.708$.

$$t = \frac{160.14}{C_J^{1.627}} \text{ Sec.}$$

Mischung No.	C_J	t Beobachtung	t Rechnung	Beob. — Rech.
1	1.855	58.77	58.60	+ 0.17
2	2.226	43.54	43.57	— 0.03
3	2.597	33.83	33.91	— 0.08
4	2.967	27.08	27.29	— 0.21
5	3.338	22.66	22.53	+ 0.13
6	3.709	18.95	18.98	— 0.03
7	4.450	14.15	14.11	+ 0.04
8	5.191	11.03	10.99	+ 0.04
9	5.561	9.82	9.82	0.00
10	5.932	8.94	8.84	+ 0.10
10a	6.302	8.11	8.01	+ 0.10
11	6.672	7.28	7.30	— 0.02
11a	7.042	6.76	6.69	+ 0.07
12	7.412	6.16	6.15	+ 0.01
13	8.893	4.52	4.58	— 0.06

Vorstehende Formel ist aus folgenden Rechnungen abgeleitet worden:

y berechnet aus den Mischungen:						k berechnet aus Mischung:			
No.		No.		No.		No.		No.	
1 und 6	1.633	3 und 8	1.617	6 und 11	1.628	1	160.59	9	160.14
1 " 9	1.629	4 " 7	1.601	6 " 12	1.621	2	160.05	10	161.91
1 " 12	1.627	4 " 10	1.599	7 " 11	1.639	3	159.78	11	159.66
2 " 5	1.611	4 " 12	1.616	7 " 13	1.646	4	158.92	12	160.33
2 " 7	1.621	4 " 13	1.630	9 " 13	1.651	5	161.05	13	158.20
2 " 9	1.625	5 " 11	1.638	10 " 13	1.682	6	159.85	Mittel	160.14
2 " 11	1.628	6 " 8	1.621	Mittel	1.627	7	160.55		
2 " 13	1.634	6 " 10	1.598			8	160.79		

Dritte Versuchsreihe.

Angewandtes Mischungsverhältniss: $3 SO_2 : nHJO_3 : 60000 H_2O$.
Constante Concentration der schwefligen Säure: $C_S = 2.781$.

$$t = \frac{210.00}{C_J^{1.057}} \text{ Sec.}$$

Mischung No.	C_J	t Beobachtung	t Rechnung	Beob. — Rech.
1	2.226	55.98	55.77	+ 0.21
2	2.504	45.40	45.89	— 0.49
3	2.782	38.28	38.54	— 0.26
4a	3.060	32.59	32.91	— 0.32
5	3.338	28.36	28.50	— 0.14
6	3.616	24.44	24.96	— 0.52
7	3.894	22.23	22.08	+ 0.15
8	4.172	20.04	19.69	+ 0.35
9	4.450	17.80	17.70	+ 0.10
10	4.728	16.16	16.01	+ 0.15
11	5.006	14.67	14.56	+ 0.11
12	5.562	12.24	12.23	+ 0.01
13	6.117	10.50	10.45	+ 0.05
14	6.673	9.08	9.04	+ 0.04
15	6.950	8.35	8.45	— 0.10
16	7.228	8.00	7.92	+ 0.08
17	7.783	7.07	7.01	+ 0.06
18	8.338	6.20	6.25	— 0.05
19	8.893	5.55	5.62	— 0.07
20	9.448	5.08	5.08	0.00

Die Constanten der Formel sind das Resultat nachstehender Rechnungen:

y berechnet aus den Mischungen:						k berechnet aus Mischung:			
No.		No.		No.		No.		No.	
1 und 5	1.677	2 und 18	1.654	7 und 12	1.673	1	210.81	11	211.58
1 » 7	1.650	2 » 20	1.648	7 » 15	1.689	2	207.78	12	210.20
1 » 9	1.653	3 » 5	1.645	7 » 18	1.675	3	208.58	13	211.10
1 » 12	1.659	3 » 9	1.629	7 » 20	1.664	4a	207.93	14	210.86
1 » 15	1.670	3 » 12	1.645	9 » 12	1.678	5	208.99	15	207.42
1 » 18	1.665	3 » 15	1.662	9 » 15	1.696	6	205.63	16	212.08
1 » 20	1.658	3 » 18	1.657	9 » 18	1.678	7	211.46	17	211.87
2 » 3	1.633	3 » 20	1.650	9 » 20	1.664	8	213.70	18	208.25
2 » 5	1.636	5 » 12	1.645	12 » 18	1.678	9	211.23	19	207.43
2 » 7	1.616	5 » 15	1.666	12 » 20	1.657	10	212.02	20	209.90
2 » 9	1.627	5 » 18	1.659	15 » 18	1.633	11		Mittel:	210.00
2 » 12	1.642	5 » 20	1.651	Mittel:	1.657				
2 » 15	1.657	7 » 9	1.664						

Vierte Versuchsreihe.

Angewandtes Mischungsverhältniss: $3\,SO_2 : nHJO_3 : 45000\,H_2O$.
Constante Concentration der schwefligen Säure: $C_S = 3.710$.

$$t = \frac{161.97}{C_J^{1.641}}\ \text{Sec.}$$

Mischung No.	C_J	*t* Beobachtung	*t* Rechnung	Beob. — Rech.
1	1.855	58.77	58.76	+ 0.01
2	1.979	52.89	52.84	+ 0.05
3	2.102	47.84	47.86	— 0.02
4	2.226	43.55	43.57	— 0.02
5	2.349	39.86	39.89	— 0.03
6	2.473	36.68	36.66	+ 0.02
7	2.597	33.83	33.83	0.00

Die obigen Constanten ergaben sich aus folgenden Rechnungen:

y berechnet aus den Mischung[redacted]						*k* berechnet aus Mischung:	
No.		No.		No.		No.	
1 und 2	1.634	2 und 4	1.650	3 und 7	1.640	1	161.99
1 » 3	1.644	2 » 5	1.646	4 » 5	1.638	2	162.12
1 » 4	1.644	2 » 6	1.640	4 » 6	1.629	3	161.89
1 » 5	1.642	2 » 7	1.643	4 » 7	1.638	4	161.91
1 » 6	1.639	3 » 4	1.644	5 » 6	1.621	5	161.86
1 » 7	1.641	3 » 5	1.641	5 » 7	1.639	6	162.07
2 » 3	1.655	3 » 6	1.635	6 » 7	1.658	7	161.98
				Mittel	1.641	Mittel	161.97

Die vorstehenden Tabellen zeigen, dass sich sämmtliche Beobachtungen sehr genau durch die Formel $t = \frac{k}{C_J^y}$ ausdrücken lassen. Was den Exponenten y betrifft, welcher bei den verschiedenen Versuchen übereinstimmend ausfallen muss, so sind für denselben folgende Werthe erhalten worden:

aus Reihe I: $y = 1.429$,
» » II: $y = 1.627$,
» » III: $y = 1.657$,
» » IV: $y = 1.641$.

Wie ersichtlich, zeigen die Zahlen keine grossen Abweichungen untereinander, nur die aus Versuchsreihe I abgeleitete ist erheblich kleiner als die anderen. Ich habe indessen schon in der ersten Mittheilung[1] erwähnt, dass bei jener Reihe, als der ersten, welche ausgeführt wurde, die Beobachtungsfehler grösser sein können, als bei den späteren; ferner ist zu bemerken, dass die zu derselben angewandte Jodsäure noch nicht mit der Sorgfalt auf ihren Wassergehalt untersucht worden war, wie dies bei den nachfolgenden Reihen

[1] Sitzungsber. 1884. S. 264, Fussnote.

geschehen ist.[1] Ich lasse daher in der Folge diese Versuchsreihe ganz fort, und nehme für die späteren Rechnungen das Mittel der aus den Reihen II, III und IV resultirenden Werthen, nämlich:

$$y = 1.642.$$

II.

Bestimmung des Einflusses wechselnder Gesammtconcentration der Mischungen bei constantem Molekularverhältnisse zwischen schwefliger Säure und Jodsäure, und der constanten Temperatur 20°

Die Mischungen waren mit Zugrundelegung der in der Folge angegebenen Molekularverhältnisse zwischen schwefliger Säure, Jodsäure und Wasser hergestellt worden; aus denselben wurde die Concentration unter der früher erörterten zulässigen Annahme berechnet, dass in Folge der grossen Verdünnungen die Dichte der Mischungen = 1 sei.

Die Versuche der beiden folgenden Reihen sind fast sämmtlich von Hrn. Dr. Antrick nach den früher beschriebenen Methoden ausgeführt worden.

Fünfte Versuchsreihe.

Molekularverhältniss von $SO_2 : HJO_3 = 1 : 1$.

Mischung 1.

Mol. Verhält.: $3\,SO_2 : 3\,HJO_3 : 75000\,H_2O$.
Angewandt: $0.09048^{gr}\,SO_2 + 0.24840^{gr}\,HJO_3 + 635.80^{gr}\,H_2O$.
Concentration: $C_S = C_J = 2.226$.
Beob. Zeit: 68.95 — 68.68 — 68.70.
Mittel: 68.78 Sec.

Mischung 2.

Mol. Verhält.: $3\,SO_2 : 3\,HJO_3 : 70000\,H_2O$.
Angewandt: $0.09053^{gr}\,SO_2 + 0.24851^{gr}\,HJO_3 + 593.69^{gr}\,H_2O$.
Concentration: $C_S = C_J = 2.385$.
Beob. Zeit: 57.65 — 57.78 — 57.70 — 57.90.
Mittel: 57.75 Sec.

[1] Sitzungsber. 1884. S. 257.

Mischung 3.

Mol. Verhält.: 3 SO_2 : 3 HJO_3 : 65000 H_2O.
Angewandt: 0.11226^{gr} SO_2 + 0.30819^{gr} HJO_3 + 683.66^{gr} H_2O.
Concentration: $C_S = C_J = 2.568$.
Beob. Zeit: 47.52 — 47.47 — 47.49.
Mittel: 47.49 Sec.

Mischung 4.

Mol. Verhält: 3 SO_2 : 3 HJO_3 : 60000 H_2O.

Die diesem Verhältniss entsprechende Mischung wurde schon in der ersten Abtheilung (Versuchsreihe III, Mischung 3), geprüft. — Concentration: $C_S = C_J = 2.782$.

Die an der betreffenden Stelle angeführten 18 Einzelbeobachtungen hatten als Reactionsdauer im Mittel ergeben: 38.28 Sec.

Mischung 5.

Mol. Verhält.: 3 SO_2 : 3 HJO_3 : 55000 HO.
Angewandt: 0.12945^{gr} SO_2 + 0.35537^{gr} HJO_3 + 667.03^{gr} H_2O.
Concentration: $C_S = C_J = 3.035$.
Beob. Zeit: 30.98 — 30.94.
Mittel: 30.96 Sec.

Mischung 6.

Mol. Verhält.: 3 SO_2 : 3 HJO_3 : 50000 H_2O.
Angewandt: 0.13002^{gr} SO_2 + 0.35092^{gr} HJO_3 + 609.04^{gr} H_2O.
Concentration: $C_S = C_J = 3.338$.
Beob. Zeit: 24.32 — 24.26.
Mittel: 24.29 Sec.

Mischung 7.

Mol. Verhält.: 3 SO_2 : 3 HJO_3 : 45000 H_2O.

Die entsprechende Mischung ist ebenfalls schon in der ersten Abtheilung (Versuchsreihe II, Mischung 6), geprüft worden. Concentration: $C_S = C_J = 3.709$. — Die beobachtete Zeit betrug im Mittel aus 6 Versuchen: 18.95 Sec.

Mischung 8.

Mol. Verhält.: 3 SO_2 : 3 HJO_3 : 40000 H_2O.
Angewandt: 0.13013^{gr} SO_2 + 0.35722^{gr} HJO_3 + 487.66^{gr} H_2O.
Concentration: $C_S = C_J = 4.172$.
Beob. Zeit: 13.86 — 13.79 — 13.83.
Mittel: 13.83 Sec.

Mischung 9.

Mol. Verhält.: $3SO_2 : 3HJO_3 : 35000 HO$.
Angewandt: $0.13775^{gr} SO_2 + 0.37815^{gr} HJO_3 + 451.70^{gr} H_2O$.
Concentration: $C_S = C_J = 4.767$.
Beob. Zeit: 9.83 — 9.79 — 9.82.
Mittel: 9.81 Sec.

Mischung 10.

Mol. Verhält.: $3SO_2 : 3HJO_3 : 30000 H_2O$.
Angewandt: $0.15720^{gr} SO_2 + 0.43156^{gr} HJO_3 + 441.85^{gr} H_2O$.
Concentration: $C_S = C_J = 5.561$.
Beob. Zeit: 6.63 — 6.65 — 6.66 — 6.75.
Mittel: 6.67 Sec.

Sechste Versuchsreihe.

Molekularverhältniss von $SO_2 : HJO_3 = 1 : 1.4$.

Mischung 1.

Mol. Verhält.: $3SO_2 : 4.2HJO_3 : 90000 H_2O$.
Angewandt: $0.08026^{gr} SO_2 + 0.30847^{gr} HJO_3 + 676.75^{gr} H_2O$.
Concentration: $C_S = 1.885$. $C_J = 2.597$.
Beob. Zeit: 62.34 — 62.36.
Mittel: 62.35 Sec.

Mischung 2.

Mol. Verhält.: $3SO_2 : 4.2HJO_3 : 85000 H_2O$.
Angewandt: $0.08026^{gr} SO_2 + 0.30847^{gr} HJO_3 + 639.16^{gr} H_2O$.
Concentration: $C_S = 1.964$. $C_J = 2.750$.
Beob. Zeit: 53.88 — 53.90 — 53.93.
Mittel: 53.90 Sec.

Mischung 3.

Mol. Verhält.: $3SO_2 : 4.2HJO_3 : 80000 H_2O$.
Angewandt: $0.08983^{gr} SO_2 + 0.34525^{gr} HJO_3 + 673.29^{gr} H_2O$.
Concentration: $C_S = 2.087$. $C_J = 2.921$.
Beob. Zeit: 46.10 — 46.04.
Mittel: 46.07 Sec.

Mischung 4.

Mol. Verhält.: $3SO_2 : 4.2HJO_3 : 75000 H_2O$.
Angewandt: $0.08983^{gr} SO_2 + 0.34525^{gr} HJO_3 + 631.20^{gr} H_2O$.
Concentration: $C_S = 2.226$. $C_J = 3.116$.
Beob. Zeit: 38.98 — 39.00 — 39.01.
Mittel: 38.99 Sec.

Mischung 5.

Mol. Verhält.: $3\,SO_2 : 4.2\,HJO_3 : 70000\,H_2O$.
Angewandt: $0.10878^{gr}\,SO_2 + 0.41809^{gr}\,HJO_3 + 713.43^{gr}\,H_2O$.
Concentration: $C_S = 2.384$. $C_J = 3.338$.
Beob. Zeit: 32.64 — 32.51 — 32.70.
Mittel: 32.62 Sec.

Mischung 6.

Mol. Verhält.: $3\,SO_2 : 4.2\,HJO_3 : 65000\,H_2O$.
Angewandt: $0.10878^{gr}\,SO_2 + 0.41809^{gr}\,HJO_3 + 662.46^{gr}\,H_2O$.
Concentration: $C_S = 2.568$. $C_J = 3.595$.
Beob. Zeit: 27.22 — 27.16 — 27.20.
Mittel: 27.19 Sec.

Mischung 7.

Mol. Verhält.: $3\,SO_2 : 4.2\,HJO_3 : 60000\,H_2O$.

Bereits in der ersten Abtheilung (Versuchsreihe III, Mischung 7), geprüft.

Concentration: $C_S = 2.782$. $C_J = 3.894$.
Beob. Zeit nach den früheren Versuchen im Mittel: 22,23 Sec.

Mischung 8.

Mol. Verhält.: $3\,SO_2 : 4.2\,HJO_3 : 55000\,H_2O$.
Angewandt: $0.12882^{gr}\,SO_2 + 0.49510^{gr}\,HJO_3 + 663.79^{gr}\,H_2O$.
Concentration: $C_S = 3.034$. $C_J = 4.248$.
Beob. Zeit: 17.69 — 17.70 — 17.68.
Mittel: 17.69 Sec.

Mischung 9.

Mol. Verhält.: $3\,SO_2 : 4.2\,HJO_3 : 50000\,H_2O$.
Angewandt: $0.12882^{gr}\,SO_2 + 0.49510^{gr}\,HJO_3 + 603.44^{gr}\,H_2O$.
Concentration: $C_S = 3.337$. $C_J = 4.672$.
Beob. Zeit: 13.90 — 13.93 — 14.00.
Mittel: 13.94 Sec.

Mischung 10.

Mol. Verhält.: $3\,SO_2 : 4.2\,HJO_3 : 45000\,H_2O$.
Angewandt: $0.11800^{gr}\,SO_2 + 0.45349^{gr}\,HJO_3 + 497.46^{gr}\,H_2O$.
Concentration: $C_S = 3.708$. $C_J = 5.191$.
Beob. Zeit: 10.83 — 10.77 — 10.74.
Mittel: 10.78 Sec.

Die nämliche Mischung war schon früher in der ersten Abtheilung (Versuchsreihe II, Mischung 8), geprüft worden, wobei drei Beobachtungen im Mittel die Zeitdauer 11,03 Sec. ergeben hatten. Das Mittel dieser und der neuen Versuche beträgt: 10.90 Sec.

Mischung 11.

Mol. Verhält.: $3\,SO_2 : 4.2\,HJO_3 : 40000\,H_2O$.
Angewandt: $0.13779^{gr}\,SO_2 + 0.52958^{gr}\,HJO_3 + 516.38^{gr}\,H_2O$.
Concentration: $C_S = 4.171$. $C_J = 5.839$.
Beob. Zeit: 7.97 — 8.05 — 8.03.
Mittel: 8.02 Sec.

Mischung 12.

Mol. Verhält: $3\,SO_2 : 4.2\,HJO_3 : 35000\,H_2O$.
Angewandt: $0.13779^{gr}\,SO_2 + 0.52958^{gr}\,HJO_3 + 451.83^{gr}\,H_2O$.
Concentration: $C_S = 4.766$. $C_J = 6.672$.
Beob. Zeit: 5.68 — 5.74 — 5.72.
Mittel: 5.71 Sec.

Mischung 13.

Mol. Verhält.: $3\,SO_2 : 4.2\,HJO_3 : 30000\,H_2O$.
Angewandt: $0.15720^{gr}\,SO_2 + 0.60419^{gr}\,HJO_3 + 441.85^{gr}\,H_2O$.
Concentration: $C_S = 5.558$. $C_J = 7.781$.
Beob. Zeit: 4.00 — 3.91 — 3.95 — 3.87.
Mittel: 3.94 Sec.

Eine frühere Prüfung dieser Mischung (erste Abtheilung, Versuchsreihe I, Mischung 7) hatte als Zeitdauer bei drei Versuchen die Zahlen 3.85 — 3.91 — 3.88 ergeben. Das Mittel dieser und der neuen Bestimmungen beträgt: 3.91 Sec.

Die vorstehenden Beobachtungen lassen sich wie diejenigen über den Einfluss steigender Jodsäuremengen durch eine einfache Exponentialformel berechnen. Bezeichnen C_S und C_J die in 1^{cbm} Mischung zusammengebrachte Anzahl Gramm-Moleküle SO_2 und HJO_3, d. h. die Concentrationen, welche bei ein und derselben Versuchsreihe in constantem Verhältnisse gehalten werden, ferner t die Zeitdauer der Reaction, so ist:

$$(C_S \cdot C_J)^z \cdot t = \text{Const.}$$

wobei der Exponent z auf gleiche Weise aus zwei Beobachtungen abgeleitet werden kann, wie dies früher bei den Versuchen der ersten Abtheilung erörtert wurde, nämlich aus der Gleichung:

$$z = \frac{\log t_1 - \log t_{\prime\prime}}{\log (C_S \cdot C_J)_{\prime\prime} - \log (C_S \cdot C_J)_1}.$$

Zur Berechnung von z sind aus sämmtlichen Versuchen 15 Combinationen gebildet worden; das Mittel der erhaltenen Zahlen diente dann weiter zur Ableitung der Constanten k_1 der Formel:

$$t = \frac{k_1}{(C_S \cdot C_J)^z}$$

in welcher der Werth von k_1 mit dem angewandten Verhältnisse $C_S : C_J$ wechselt.

Die Rechnungen führten zu folgenden Resultaten:

Fünfte Versuchsreihe.

Molekularverhältniss von $SO_2 : HJO_3 = 1 : 1$.

$$t = \frac{530.15}{(C_S\, C_J)^{1.277}} \text{ Sec.}$$

Mischung No.	C_S	C_J	$C_S\, C_J$	t Beobachtung	t Rechnung	Beob. — Rech.
1	2.226	2.226	4.955	68.78	68.68	+ 0.10
2	2.385	2.385	5.688	57.75	57.58	+ 0.17
3	2.568	2.568	6.595	47.49	47.67	— 0.18
4	2.782	2.782	7.740	38.28	38.68	— 0.58
5	3.035	3.035	9.211	30.96	31.11	— 0.15
6	3.338	3.338	11.142	24.29	24.40	— 0.11
7	3.709	3.709	13.757	18.95	18.64	+ 0.31
8	4.172	4.172	17.405	13.83	13.80	+ 0.03
9	4.767	4.767	22.725	9.81	9.82	— 0.01
10	5.561	5.561	30.924	6.67	6.63	+ 0.04

Zur Feststellung der Constanten der Formel dienten folgende Rechnungen:

z berechnet aus den Mischungen: No.		No.		k'_1 berechnet aus Mischung: No.	
1 und 3	1.296	4 und 9	1.264	1	530.95
1 » 5	1.287	4 » 10	1.261	2	531.69
1 » 6	1.285	5 » 8	1.266	3	528.11
1 » 8	1.277	6 » 9	1.272	4	522.24
1 » 10	1.274	7 » 10	1.289	5	527.52
2 » 5	1.293	Mittel	1.277	6	527.78
2 » 7	1.262			7	538.85
2 » 9	1.280			8	531.12
3 » 5	1.276			9	529.57
3 » 8	1.271			10	533.63
				Mittel	530.15

Sechste Versuchsreihe.

Molekularverhältniss von $SO_2 : HJO_3 = 1 : 1.4$.

$$t = \frac{457.71}{(C_S \cdot C_J)^{1.269}} \text{ Sec.}$$

Mischung No.	C_S	C_J	$C_S C_J$	t Beobachtung	t Rechnung	Beob. — Rech.
1	1.855	2.597	4.817	62.35	62.25	+ 0.10
2	1.964	2.750	5.401	53.90	53.84	+ 0.06
3	2.087	2.921	6.096	46.07	46.17	— 0.10
4	2.226	3.116	6.936	38.99	39.19	— 0.20
5	2.384	3.338	7.958	32.62	32.92	— 0.30
6	2.568	3.595	9.232	27.19	27.27	— 0.08
7	2.782	3.894	10.833	22.23	22.26	— 0.03
8	3.034	4.248	12.888	17.69	17.85	— 0.16
9	3.337	4.672	15.591	13.94	14.02	— 0.08
10	3.708	5.191	19.248	10.90	10.73	+ 0.17
11	4.171	5.839	24.355	8.02	7.96	+ 0.06
12	4.766	6.672	31.799	5.71	5.68	+ 0.03
13	5.558	7.781	43.247	3.91	3.84	+ 0.07

Die Constanten der Formel haben sich aus nachstehenden Rechnungen ergeben:

z berechnet aus den Mischungen No.		No.	
1 und 9	1.288	4 und 7	1.260
1 " 10	1.259	4 " 13	1.257
2 " 5	1.296	5 " 8	1.269
2 " 8	1.281	5 " 11	1.254
2 " 11	1.265	6 " 12	1.262
3 " 6	1.270	7 " 13	1.255
3 " 9	1.289	10 " 13	1.267
3 " 12	1.264	Mittel:	1.269

k_1'' berechnet aus Mischung: No.		No.	
1	458.47	9	448.52
2	458.24	10	464.87
3	456.71	11	461.06
4	455.32	12	460.46
5	453.52	13	465.87
6	456.44	Mittel:	457.71
7	457.20		
8	453.49		

Für den Exponenten z, welcher bei beiden Versuchsreihen übereinstimmend ausfallen muss, hat sich nach dem Obigen ergeben:

Aus Reihe I: $z = 1.277$,
aus Reihe II: $z = 1.269$.
Somit im Mittel: $z = 1.273$.

III.

Ableitung der allgemeinen Formel.

Die erhaltenen Werthe für k, k_1, y und z der zur Berechnung der verschiedenen Versuchsreihen angewandten Formeln:

$$t = \frac{k}{C_J^y} \quad \text{und} \quad t = \frac{k_1}{(C_S \cdot C_J)^z}$$

können nun weiter benutzt werden, um die Constanten K und x eines Ausdruckes von der Form:

$$t = \frac{K}{C_S^x \cdot C_J^y}$$

abzuleiten, welcher für jede gewählte Concentration an schwefliger Säure und Jodsäure die Zeitdauer der Reaction berechnen lassen muss.

Zunächst ergiebt sich der Exponent x aus:

$$y = 1.642 \text{ und } z = 1.273 \,,$$

indem man in den obigen Formeln $C_J = C_S$ setzt. Dann erhält man die Gleichungen:

$$\frac{k_1}{(C_S \cdot C_S)^z} = \frac{K}{C_S^x \cdot C_S^y} \qquad \text{(I)}$$

oder

$$\frac{k_1}{C_S^{2z}} = \frac{K}{C_S^{x+y}} \qquad \text{(II)},$$

welche für jeden Werth von C_S, also auch für $C_S = 1$ bestehen. Im letzteren Falle wird in Gleichung (II) $k_1 = K$ und somit $2z = x + y$, oder:

$$x = 2x - y$$

wonach sich ergiebt:

$$x = 0.904 \,.$$

Die Constante K kann auf verschiedene Weise bestimmt werden und zwar:

1. Aus den Versuchen über den Einfluss wachsender Jodsäuremengen auf eine constante Quantität schwefliger Säure. Da in der hierbei angewandten Formel $t = \frac{k}{C_J^y}$ die Constante k den Theil $\frac{K}{C_S^x}$ der allgemeinen Gleichung $t = \frac{K}{C_S^x \cdot C_J^y}$ darstellt, so hat man:

$$K = k \cdot C_S^x \,.$$

Die vorhandenen Beobachtungsreihen, von welchen die erste und vierte aus früher angegebenen Gründen weggelassen wurden, führen zu folgenden Zahlen:

	k	C_S	x		K
Reihe II.	160.14 ·	3.708	0.904	=	523.60
Reihe III.	210.00 ·	2.781	0.904	=	529.40
Reihe IV.	161.97 ·	3.710	0.904	=	529.85.

2. Aus den zwei Beobachtungsreihen über den Einfluss wechselnder Concentration bei constantem Verhältnisse zwischen schwefliger Säure und Jodsäure.

Bei der fünften Reihe war $C_J = C_S$ und in diesem Falle ist die erhaltene Constante $k_1' = K$, somit:

$$K = 530.15.$$

Um aus der sechsten Reihe, bei welcher das Verhältniss

$$C_S : C_J = 1 : 1.4 \quad \text{oder} \quad C_J = 1.4\, C_S$$

bestand und $k_1'' = 457.71$ sich ergeben hatte, den Werth für K abzuleiten, ist, wenn man den Coefficienten 1.4 mit α bezeichnet, zu setzen:

$$\frac{k_1''}{(C_S \cdot \alpha C_S)^z} = \frac{K}{C_S^x \cdot (\alpha C_S)^y}.$$

Somit:

$$\frac{k_1''}{C_S^{2z} \cdot \alpha^z} = \frac{K}{C_S^{x+y} \cdot \alpha^y}$$

woraus, da $2z = x + y$ ist, folgt:

$$K = k_1'' \cdot \alpha^{y-z}.$$

Es ergiebt sich:

$$K = 457.71 \cdot 1.4^{0.369} = 518.21.$$

Ein durchschnittlicher Werth für die Constante K wird am geeignetsten erhalten, wenn man dieselbe nach der Gleichung:

$$K = (C_S^{0.904} \cdot C_J^{1.042})\, t$$

aus sämmtlichen Beobachtungen berechnet und das Mittel nimmt. Mit Zugrundelegung der Reihen II und III der ersten und V und VI der zweiten Abtheilung ergab sich auf diese Weise:

$$K = 524.35.$$

Somit setze ich schliesslich zur Berechnung der Zeitdauer des Vorganges zwischen Jodsäure und schwefliger Säure aus beliebig gewählten Concentrationen derselben die allgemeine Formel:

$$t = \frac{524.35}{C_S^{0.904} \cdot C_J^{1.642}},$$

welche für die Temperatur 20° gilt, und worin C_S und C_J die anfänglich in 1 cbm Mischung enthaltene, in Grammen ausgedrückte Anzahl Molekulargewichte der activen Substanzen bezeichnen.

Den Grad der Übereinstimmung zwischen den hiernach berechneten Zeiten und den beobachteten lassen die folgenden Tabellen ersehen.

Versuchsreihen der I. Abtheilung.

	Mischung No.	C_S	C_J	t Beobachtung	t Rechnung	Beob. — Rech.
Reihe II.	1	3.708	1.855	58.77	58.14	+ 0.63
	2	„	2.226	43.54	43.10	+ 0.44
	3	„	2.597	33.83	33.46	+ 0.37
	4	„	2.967	27.08	26.89	+ 0.19
	5	„	3.338	22.66	22.16	+ 0.50
	6	„	3.709	18.95	18.64	+ 0.31
	7	„	4.450	14.15	13.82	+ 0.33
	8	„	5.191	11.03	10.73	+ 0.30
	9	„	5.561	9.82	9.59	+ 0.23
	10	„	5.932	8.94	8.62	+ 0.32
	10a	„	6.302	8.11	7.81	+ 0.30
	11	„	6.672	7.28	7.11	+ 0.17
	11a	„	7.042	6.76	6.50	+ 0.26
	12	„	7.412	6.16	5.98	+ 0.18
	13	„	8.893	4.52	4.43	+ 0.09
Reihe III.	1	2.781	2.226	55.98	55.90	+ 0.08
	2	„	2.504	45.40	46.08	— 0.68
	3	„	2.782	38.28	38.76	— 0.48
	4a	„	3.060	32.59	33.15	— 0.56
	5	„	3.338	28.36	28.74	— 0.38
	6	„	3.616	24.44	25.20	— 0.76
	7	„	3.894	22.23	22.32	— 0.09
	8	„	4.172	20.04	19.93	+ 0.11
	9	„	4.450	17.80	17.93	— 0.13
	10	„	4.728	16.16	16.23	— 0.07
	11	„	5.006	14.67	14.77	— 0.10
	12	„	5.562	12.24	12.43	— 0.19
	13	„	6.117	10.50	10.63	— 0.13
	14	„	6.673	9.08	9.22	— 0.14
	15	„	6.950	8.35	8.62	— 0.27
	16	„	7.228	8.00	8.08	— 0.08
	17	„	7.783	7.07	7.16	— 0.09
	18	„	8.338	6.20	6.39	— 0.19
	19	„	8.893	5.55	5.75	— 0.20
	20	„	9.448	5.08	5.21	— 0.13

Versuchsreihen der II. Abtheilung.

	Mischung No.	C_S	C_J	t Beobachtung	t Rechnung	Beob. — Rech.
Reihe V.	1	2.226	2.226	68.78	68.36	+ 0.42
	2	2.385	2.385	57.75	57.35	+ 0.40
	3	2.568	2.568	47.49	47.51	— 0.02
	4	2.782	2.782	38.28	38.75	— 0.47
	5	3.035	3.035	30.96	31.05	— 0.09
	6	3.338	3.338	24.29	24.37	— 0.08
	7	3.709	3.709	18.95	18.63	+ 0.32
	8	4.172	4.172	13.83	13.81	+ 0.02
	9	4.767	4.767	9.81	9.84	— 0.03
	10	5.561	5.561	6.67	6.65	+ 0.02
Reihe VI.	1	1.855	2.597	62.35	62.59	— 0.24
	2	1.964	2.750	53.90	54.12	— 0.22
	3	2.087	2.921	46.07	46.38	— 0.31
	4	2.226	3.116	38.99	39.35	— 0.36
	5	2.384	3.338	32.62	33.03	— 0.41
	6	2.568	3.595	27.19	27.35	— 0.16
	7	2.782	3.894	22.23	22.31	— 0.08
	8	3.034	4.248	17.69	17.88	— 0.19
	9	3.337	4.672	13.94	14.03	— 0.09
	10	3.708	5.191	10.90	10.73	+ 0.17
	11	4.171	5.839	8.02	7.95	+ 0.07
	12	4.766	6.672	5.71	5.66	+ 0.05
	13	5.558	7.781	3.91	3.83	+ 0.08

Die benutzte Formel lässt, wie aus den obigen Tabellen ersichtlich, die Reactionsdauer zwischen schwefliger Säure und Jodsäure innerhalb der angewandten Concentrationen in befriedigender Weise berechnen, indem die Abweichungen von den Beobachtungen in allen Fällen kleiner als eine Secunde sind und durchschnittlich bloss 1.4 Procent betragen. Stellt man aber Mischungen dar, welche eine längere Reactionsdauer als etwa 60 Secunden besitzen, so bleiben die berechneten Werthe erheblich hinter den gefundenen zurück, und dies um so mehr, je grösser die Zeiten werden. Es ist zwar, wie bereits in der ersten Abhandlung bemerkt wurde, in diesen Fällen schwer, den Endpunkt der Reaction genau festzustellen, weil die Bläuung der Flüssigkeit nur allmälig erfolgt; ausserdem haben kleine Unterschiede in der Zusammensetzung einer verlangten Mischung einen bedeutenden Einfluss auf die Dauer des Vorganges. So wurden bei derartigen, schon früher erwähnten Versuchen[1] folgende Zeiten beobachtet:[2]

[1] Sitzungsberichte 1885. S. 272.

[2] Die mit $^{\times}$ bezeichneten Beobachtungen beziehen sich auf das erste schwache Auftreten der Bläuung und sind wahrscheinlich zu klein.

Mischung I.

$3SO_2 : 2.1 HJO_3 : 60000 H_2O$ oder $C_S = 2.783$ und $C_J = 1.948$.

Herstellung 1. 68.2 — 68.2 — 68.7 — 68.5. Mittel: 68.4ˣ Sec.
» 2. 70.2 — 69.8. » 70.0 »
» 3. 71.6 — 71.6. » 71.6 »

Mischung II.

$3SO_2 : 1.8 HJO_3 : 60000 H_2O$ oder $C_S = 2.783$ und $C_J = 1.670$.

Herstellung 1. 87.8 — 88.3 — 87.4 — 87.6. Mittel: 87.8ˣ Sec.
» 2. 91.8 — 92.0 — 92.4 — 92.3. » 92.1 »

Mischung III.

$3SO_2 : 1.5 HJO_3 : 60000 H_2O$ oder $C_S = 2.783$ und $C_J = 1.391$.

Herstellung 1. 124.4 — 123.5 — 123.9. Mittel: 123.9 Sec.
» 2. 120.1 — 120.2 — 120.2 — 120.4. » 120.2ˣ »

Mischung IV.

$3SO_2 : 1.3 HJO_3 : 60000 H_2O$ oder $C_S = 2.783$ und $C_J = 1.113$.

Herstellung 1. 187.0 — 186.8 — 186.6 — 186.7. Mittel: 186.7 Sec.
» 2. 189.6 — 188.4. » 189.0 »
» 3. 195.1 — 195.2. » 195.2 »

Für diese Mischungen genügt die Formel:

$$t = \frac{524.35}{C_S^{0.904} \cdot C_J^{1.642}} \qquad \text{(I)}$$

nicht mehr, indem sie zu kleine Werthe liefert. Aus den auftretenden Differenzen lassen sich dann aber leicht Glieder einer Reihe von der Form $f(x) = \frac{a}{x} + \frac{b}{x^2} + \ldots$ berechnen, welche näheren Anschluss an die Beobachtungen liefern. So können, wie die nachfolgende Tabelle zeigt, von den obigen Mischungen wenigstens die drei ersten genügend durch den Ausdruck:

$$t = \frac{524.35}{C_S^{0.904} \cdot C_J^{1.642}} + \frac{70.0}{(C_S^{0.904} \cdot C_J^{1.642})^2} \qquad \text{(II)}$$

dargestellt werden, während für längere Reactionszeiten noch weitere Glieder zugezogen werden müssen.

Mischung No.	C_S	C_J	t beobachtet Sec.	t berechnet nach Formel I	Beob. — Rech.	t berechnet nach Formel II	Beob. — Rech.
I.	2.783	1.948	70.8	69.6	— 1.2	70.8	0.0
II.	2.783	1.670	92.1	89.6	— 2.5	91.6	— 0.5
III.	2.783	1.391	123.9	120.9	— 3.0	124.6	+ 0.7
IV.	2.783	1.113	190.3	174.4	— 16.9	182.1	— 8.2

Bezüglich der erhaltenen Formel (I) ist noch auf einen weiteren Umstand aufmerksam zu machen. Wie schon in der ersten Abhandlung mitgetheilt, tritt die Jodabscheidung nur dann ein, wenn mehr als 1 Mol. HJO_3 auf 3 Mol. SO_2 in der Mischung vorkommt, oder also (wie es bei allen Versuchen der Fall war) $C_S < 3\,C_J$ ist. Mit dem Kleinerwerden dieser Differenz verlängert sich die Reactionsdauer, und wenn $C_S = 3\,C_J$ genommen wird, findet gar kein Freiwerden von Jod mehr statt; es ist also scheinbar die Zeit unendlich gross geworden. Man kann sich aber leicht überzeugen, dass dies in Wirklichkeit nicht der Fall ist, vielmehr der Vorgang in der durch die Formel berechneten Zeit sein Ende erreicht, obgleich das Kennzeichen des letzteren, die auftretende Bläuung, unter diesen Umständen ausbleibt; ebenso wenn $C_S > 3\,C_J$ gewählt wird. Stellt man solche Mischungen dar und nimmt die Concentrationen beider Substanzen derart, dass eine längere Reationsdauer eintreten muss, so lässt sich nachweisen, dass in allen Fällen eine allmälige Abnahme der schwefligen Säure in der Flüssigkeit stattfindet. Zu diesem Behufe braucht man nur nach dem Zusammengiessen der beiden Lösungen in gewissen Zeitintervallen gleiche Volume der Mischung abzumessen und mit verdünnter alkoholischer Jodlösung zu titriren; selbstverständlich müssen diese Operationen möglichst rasch ausgeführt werden, weil die Zersetzung während der Dauer derselben fortschreitet. So wurden beispielsweise folgende Gemenge hergestellt (Temp. 20°):

Mischung.	Verhältniss.	Angewandte Concentrationen.		Berechnete Reactionsdauer.
I	$C_S < 3\,C_J$	$C_S = 4.8$	$C_J = 1.8$	48.4 Sec.
II	$C_S = 3\,C_J$	» 4.8	» 1.6	58.7 »
III	$C_S > 3\,C_J$	» 4.8	» 1.4	73.1 »

In Mischung I trat die Jodabscheidung in der berechneten Zeit ein (beobachtet 49.0 Sec.). Bei II bewirkte nach Verfluss von 60 Sec. ein Tropfen alkoholischer Jodlösung sofort Bläuung der stärkehaltigen Flüssigkeit, die schweflige Säure war also verschwunden. Beim dritten Versuch wurden nach dem Momente des Vermischens in Zeiten von ungefähr:

25 50 80 150 240 Sec.

für ein gleiches Maass Flüssigkeit bei sehr rascher Titrirung an Jodlösung verbraucht:

8 4 1 0.8 1^{cbcm},

woraus hervorgeht, dass nach Verfluss von 80 Sec. die überschüssige Menge schwefliger Säure constant geworden und der Process vollendet war.

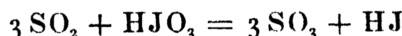
Auf Grund dieser Versuche lässt sich wohl annehmen, dass die Formel:

$$t = \frac{524.35}{C_S^{0.904} \cdot C_J^{1.642}}$$

für alle Verhältnisse zwischen schwefliger Säure und Jodsäure die wirkliche Reactionsdauer angiebt und dieselbe demnach einen dem wahren Gesetze jedenfalls sehr nahe kommenden Ausdruck darstellt. Sie gilt genau für Reactionszeiten bis zu etwa 60 Sec., und muss für die Fälle längerer Dauer, wie oben erwähnt, durch angefügte Glieder berichtigt werden.

Wie die Formel zeigt, steht die Annahme mit den Beobachtungen im Einklang, dass die beiden activen Körper mit dem Product ihrer Massen (Anzahl Molekulargewichte in der Volumeinheit) in Wirkung treten d. h. die Reactionsdauer bestimmen. Aber die betreffenden Concentrationen sind in gewisse Potenzen zu erheben, und es handelt sich nunmehr darum, die Bedeutung der erhaltenen Exponenten zu erörtern.

Bekanntlich ist das zwischen verschiedenen gasförmigen (oder gelösten) Körpern, welche eine umkehrbare Reaction eingehen, sich herstellende chemische Gleichgewicht ebenfalls bedingt durch das Product der beiderseitigen Massen, wobei, wenn an der Umsetzung sich die Substanzen mit ungleichen Molekülzahlen betheiligen, diese letzteren als Exponenten an die betreffenden Concentrationen treten. Nach dieser ursprünglich von den HH. GULDBERG und WAAGE[1] gegebenen Darstellung würde somit, wenn z. B. die Reaction:



$$3\,SO_2 + HJO_3 = 3\,SO_3 + HJ$$

eine umkehrbare wäre, das in einer Lösung eintretende Gleichgewicht der Massen sich durch die Beziehung:

$$\frac{C_{SO_3}^3 \cdot C_{HJ}}{C_{SO_2}^3 \cdot C_{HJO_3}} = \text{Const.}$$

ausdrücken.

In neuester Zeit ist nun aber von Hrn. VAN' T HOFF[2] auf Grund theoretischer (thermodynamischer) Betrachtungen der Nachweis geführt

[1] C. M. GULDBERG und P. WAAGE. Über die chemische Affinität. Journal f. prakt. Chemie. (2.) Bd. 19. S. 69. — S. ferner J. H. VAN' T HOFF: Etudes de dynamique chimique. Amsterdam 1884. p. 124.

[2] J. H. VAN' T HOFF: L'équilibre chimique dans les systèmes gazeux ou dissous à l'état dilué. — Archives Néerlandaises. T. XX. p. 1. — 1885.

worden, dass bei Umsetzungen, welche in verdünnten Lösungen vor sich gehen, zu den obigen Exponenten bei jedem Körper noch ein weiterer, i, hinzutritt, welcher die Wirkung zwischen den Substanzmolekülen und dem Wasser in Rechnung bringt. Die obige Gleichung ändert sich hiernach um in:

$$\frac{C_{SO_3}^{3\cdot i_{SO_3}}\cdot C_{HJ}^{i_{HJ}}}{C_{SO_2}^{3\cdot i_{SO_2}}\cdot C_{HJO_3}^{i_{HJO_3}}} = \text{Const.}$$

Die Werthe der Exponenten i lassen sich aus allen denjenigen Beobachtungen ableiten, welche die Grösse der Anziehung der verschiedenen Körpermoleküle auf das Wasser zum Ausdruck bringen. Hr. van' t Hoff hat dieselben für eine ganze Anzahl von Verbindungen berechnet aus vorhandenen Versuchen über:

1. Die Verminderung der Dampftension des Wassers durch gelöste Stoffe.
2. dem osmotischen Druck von Lösungen[1] bez. den isotonischen Coefficienten des Hrn. de Vries,[2]
3. die Gefrierpunkts-Erniedrigung des Wassers durch gelöste Substanzen, und
4. für Gase mit Hülfe des Löslichkeitsgesetzes.

Alle diese Wege führten zu meist gut übereinstimmenden Zahlen, welche bei vielen Substanzen nahe an 1 liegen, aber auch bis gegen 3 sich erheben können.

Es handelte sich nun um die Frage, ob die aus den Versuchen über die Reactionsdauer zwischen schwefliger Säure und Jodsäure für diese Körper erhaltenen Exponenten $x = 0.904$ und $y = 1.642$ in einem Zusammenhange stehen mit den Constanten i der van' t Hoff'schen Formel für das chemische Gleichgewicht.

Was zunächst die Jodsäure betrifft, so habe ich, da bis jetzt in keiner der genannten Richtungen Versuche mit diesem Körper angestellt worden sind, einige Bestimmungen über die Gefrierpunkte verdünnter Lösungen ausgeführt, und zwar nach dem von Hrn. Rüdorff[3] beschriebenen Verfahren, wobei ein Thermometer angewandt wurde, welches hunderstel Grade schätzen liess. Bekanntlich ist nach den Untersuchungen der HH. Rüdorff, de Coppet, Raoult u. A. die Gefrierpunkts-Erniedrigung (E) nahezu proportional der auf 100 Th.

[1] S. besonders W. Pfeffer. Osmotische Untersuchungen. Leipzig 1877.

[2] H. de Vries. Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft (Pringsheim's Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. 14 S. 427. 1884).

[3] F. Rüdorff. Pogg. Ann., Bd. 114 S. 67—69. 1861.

Wasser zugesetzten Anzahl Theile Substanz (p). Multiplicirt man die Constante $\frac{E}{p}$ mit dem Molekulargewicht (M) des Körpers ($HJO_3 = 175.42$), so lässt sich, wie Hr. van' t Hoff zeigt, aus der erhaltenen molekularen Erniedrigung der Werth von i ableiten, wenn man dieselbe theilt durch 18.5, d. h. der durch Rohrzucker bewirkten molekularen Erniedrigung, für welche Substanz sich aus dem osmotischen Druck mit Sicherheit $i = 1$ ergeben hat. In Betreff des Nähern muss auf die genannte Abhandlung verwiesen werden. Die Versuche führten zu folgenden Zahlen:

	1.	2.	3.	4.	5.
p	2.009	4.007	5.013	8.012	10.019
E	0.35°	0.69°	0.85°	1.05°	1.30°
$\frac{E}{p}$	0.1742	0.1722	0.1695	0.1315	0.1298
$M\left(\frac{E}{p}\right)$	30.52	30.21	29.73	23.07	22.77
$\frac{M\left(\frac{E}{p}\right)}{18.5} = i$	1.650	1.633	1.607	1.247	1.231.

Es zeigt sich hiernach, dass die molekularen Gefrierpunkts-Erniedrigungen und damit die Werthe von i mit steigender Jodsäuremenge allmählich etwas abnehmen, wie dies auch bei vielen anderen Körpern schon beobachtet worden ist. Als die richtigsten Zahlen sind diejenigen anzusehen, welche aus den verdünntesten Lösungen sich ableiten, da hier die gegenseitige Anziehung der Substanzmoleküle verschwindet, und in diesen Fällen haben die obigen Beobachtungen ergeben:

$$i_{HJO_3} = 1.650 - 1.633 - 1.607$$

Aus den Versuchen über die Reactionsdauer und zwar den Beobachtungsreihen II, III und IV folgte, wie früher nachgewiesen, für Jodsäure der Werth des Exponenten:

$$y_{HJO_3} = 1.627 - 1.657 - 1.641 \quad \text{Mittel: } 1.642$$

welche Zahlen mit den vorstehenden so übereinstimmen, dass bei dieser Substanz die Identität der auf die beiden Arten erhaltenen Constanten zweifellos ist.

Für die schweflige Säure hat Hr. van 't Hoff aus einer Angabe von Raoult[1] $i = 1.03$ berechnet. Ich habe ebenfalls die Ge-

[1] F. M. Raoult, Compt. rend. T. 95. p. 1030. — 1882.

frierpunkts-Erniedrigung des Wassers durch diese Substanz zu bestimmen versucht, allein wie sich zeigte, war es nicht möglich, einen etwas länger andauernden Thermometerstand während der Eisbildung zu erhalten. Es ergaben sich ($M = 63.9$ gesetzt) folgende Resultate:

	1.			2.		
p	1.116			2.245		
E	0.30	bis	0.35°	0.70	bis	0.80°
$\frac{E}{p}$	0.2688	»	0.3136	0.3118	»	0.3563
$M\left(\frac{E}{p}\right)$	17.18	»	20.04	19.92	»	22.77
$\frac{M\left(\frac{E}{p}\right)}{1.85}$	0.93	»	1.08	1.08	»	1.23

Die chemischen Zeitbestimmungen (Beobachtungsreihe V und VI) hatten den für das Product $(C_S \cdot C_J)$ geltenden Exponenten $z = 1.277$ und 1.269 ergeben. Hieraus folgt, wie früher mitgetheilt, der zur schwefligen Säure gehörige Exponent x aus der Beziehung $x = 2z - y$, somit:

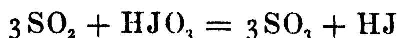
$$x = 0.912 \text{ und } 0.896. \text{ Mittel } 0.904.$$

Also auch hier finden sich die Grössen i und x zusammenfallend, wenn auch in Folge der Unsicherheit in der Eispunktsbestimmung nicht in so nahem Grade, wie es bei der Jodsäure der Fall war.

Dieses für die schweflige Säure erhaltene Resultat steht aber nicht im Einklang mit der früher bei Aufstellung der Gleichgewichtsformel (B) gemachten Annahme, dass zufolge der Reactionsgleichung:

$$3\,SO_2 + HJO_3 = 3\,SO_3 + HJ$$

die beiden ersteren Körper mit dem durch das Product:



$$C_{SO_2}^{3 \cdot i_{SO_2}} \cdot C_{HJO_3}^{i_{HJO_3}}$$

dargestellten Menge in Wirkung treten, bez. die Reactionsdauer bestimmen. Vergleicht man diesen Ausdruck mit dem aus den Zeitmessungen gefundenen:

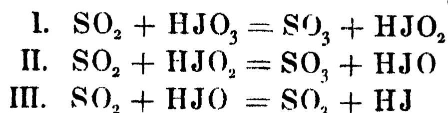
$$C_{SO_2}^{x} \cdot C_{HJO_3}^{y} = C_{SO_2}^{0.904} \cdot C_{HJO_3}^{1.642},$$

so ist:

$$x = 3 \cdot i_{SO_2} \text{ und } y = i_{HJO_3}$$

und hiernach wäre zu erwarten, dass die letzteren Versuche für x den Werth 3(0.90 bis 1.08) liefern würden. Wie oben gezeigt, ergab sich aber $x = i_{SO_2}$, ebenso wie auch bei der Jodsäure $y = i_{HJO_3}$ er-

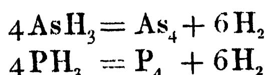
halten wurde. Da die Constanten *i* für 1 Mol. der Körper gelten, so lässt sich hieraus der Schluss ziehen, dass bei der Reaction zwischen den betreffenden Substanzen je 1 Mol. derselben aufeinander wirkt, und es also nicht, wie bis dahin angenommen wurde, eines gleichzeitigen Zusammentreffens von 3 Mol. SO_2 und 1 Mol. HJO_3 bedarf, um die Zersetzung hervorzubringen. Wenn aber der Process ein bloss bimolekularer ist, so kann er nur in der Weise verlaufen, dass eine successive Reduction der Jodsäure durch die Vorgänge:



$$\text{I.}\quad SO_2 + HJO_3 = SO_3 + HJO_2$$
$$\text{II.}\quad SO_2 + HJO_2 = SO_3 + HJO$$
$$\text{III.}\quad SO_2 + HJO = SO_3 + HJ$$

stattfindet. Die Verbindungen HJO_2 und HJO, welche der chlorigen und unterchlorigen Säure entsprechen, sind zwar bis jetzt nicht bekannt und vielleicht auch wegen leichter Zersetzbarkeit gar nicht darstellbar, aber dass ihre vorübergehende Bildung in dem obigen Processe möglich ist, dürfte wohl nicht zu bezweifeln sein.

Die obige Auffassung schliesst sich ganz einer Ansicht über das Wesen chemischer Vorgänge an, welche Hr. VAN'T HOFF in seinen »Etudes de dynamique chimique«[1] geäussert hat, und zwar auf Grund von Versuchen[2] über den zeitlichen Verlauf der Zersetzung des Arsenwasserstoffs und Phosphorwasserstoffs in der Hitze, wo sich zeigte, dass bei diesen Processen nicht gemäss den molekularen Gleichungen:



$$4AsH_3 = As_4 + 6H_2$$
$$4PH_3 = P_4 + 6H_2$$

gleichzeitig 4 Moleküle aufeinander wirken können, sondern vielmehr ein Zerfall der einzelnen Moleküle stattfindet. Er bemerkt in Folge dessen, »dass die grösste Zahl der chemischen Gleichungen nur die quantitativen Relationen ausdrücken, dagegen von dem Mechanismus der Umwandlung eine ganz falsche Vorstellung geben, indem dieser meist viel einfacher ist und fast immer bloss in einer uni- oder bimolekularen Transformation besteht«. — Diese Ansicht dürfte durch die vorliegende Arbeit eine neue Unterstützung erfahren haben.

Einen Versuch, die für die Zeitdauer der Reaction zwischen schwefliger Säure und Jodsäure erhaltene Formel theoretisch abzuleiten, hoffe ich bei einer anderen Gelegenheit mittheilen zu können.

---

[1] S. 28.
[2] S. 83 bis 86.

Zur beurteilung des chinesischen polyhistors Tschü-hi.

Von W. Schott.

(Vorgetragen am 4. Februar [s. oben S. 109].)

Schon seit jahrhunderten besitzen europäische bibliotheken werke verschiedenen inhalts die man einem chinesischen denker und gelehrten von seltener vielseitigkeit zuschreibt, dessen familienname Tschü d. i. Rot gewesen.[1]

Der erste Europäer, welcher meines wissens über diesen mann und seine leistungen ebenso gründlich als geistreich und parteilos geschrieben, war der, so ich nicht irre, vor ein par jahrzehnten verstorbene Engländer Thomas Taylor Meadows, chinesischer übersetzer im königlich britischen civildienste. Sein bereits 1856 in London gedrucktes, etwas unbehülflich starkes werk mit dem umständlichen titel 'Die Chinesen und ihre rebellionen, betrachtet in verbindung mit ihrer nationalen philosophie, sittenlehre, gesetzgebung und verwaltung, nebst einem versuch über civilisation und den gegenwärtigen zustand derselben im osten und westen' hat wohl 'in ost und west' gar viele vor dessen 'perusal' abgeschreckt.[2]

Heben wir in kürze hervor, was das 18. capitel dieses werkes über den polyhistor und sein wirken berichtet, um dann einige selbstständige zugaben aus texten folgen zu lassen.

Als gegen anfang des zehnten jahrhunderts u. z. der stereotype bücherdruck in China erfunden und kaiserlicher seits gutgeheissen war, tat die zunehmende wolfeilheit der anschaffung heiliger und classischer werke dem lernen groszen vorschub, während anderer seits bald über zunehmende oberflächlichkeit der späteren schriftsteller und des lesepublicums geklagt wurde.[3] Der hervorragendste autor jener zeit war

---

1 Von seinen verschiedenen beinamen ist Hi lust, freude bei uns am besten bekannt.

2 The Chinese and their rebellions etc.

3 So findet man in Ma-tuan-lin's berühmtem encyclopädischen werke (buch 174) missfällig bemerkt, dass gute handschriften verloren gegangen und eine menge texte

Tscheu (oder Tschou)-ljän-ki, von dessen philosophischen abhandlungen nur zwei auf die nachwelt gekommen sind, welche den um 1200 u. z. verstorbenen Tschü-hi sehr beeinflusst haben.[1]

Tschü-hi ist der wahre gestalter des heutigen chinesentums. Wie die meisten ausgezeichneten männer China's bekleidete er statsämter von niederen bis zu den höchsten würden und hatte so beständig beste gelegenheit, die vorkommnisse des gesellschaftlichen lebens und die handhabung der gesetze im einzelnen zu beobachten. Vom kaiser öfter persönlich um rat gefragt konnte er die ränke des hoflebens und der höheren politik überwachen. Im 34. lebensjahre vollendete er seine ersten erklärungen einiger heiligen bücher zweiten ranges und von dieser zeit bis wenige monate vor seinem tod (im 70. lebensjahr) war er unablässig tätig. Wohl 25 werke sehr verschiednen umfangs waren die früchte 37jähriger tätigkeit, darunter zwei geschichtliche: eine sehr bändereiche allgemeine geschichte China's und eine zusammenordnung von reden und taten berühmter statsmänner. Die meisten übrigen werke sind commentare und einleitungen zu classischen büchern aus der ersten periode der chinesischen schriftstellerei und zu anderen erzeugnissen bedeutender vorgänger mit denen er sich in enger geistiger verbindung stehend erwies oder mindestens glaubte. Wesentliche einheit in scheinbarer verschiedenheit, das 同 thung im 異 i nachzuweisen war eine seiner vornehmsten bestrebungen womit er alle zweifel aus der chinesischen welt bannen zu wollen schien, und dass ihm dies wohl ein halbes jahrtausend lang gelungen, leidet kaum einen zweifel.

Betrachten wir nun was Tschü-hi über den letzten grund aller dinge und demnächst was er über die natur der seele ausgeforscht hat. Die ganze belebte und unbelebte welt steht und besteht nach ihm und einigen vorgängern durch ein etwas dessen abstractester oder eigentlicher name 太極 thái-kĭ ist. Dieser name bedeutet im grunde nichts als das 'grosze äusserste', denn er soll schlechthin den äussersten punkt benennen bis wohin die menschliche speculation über das dasein vordringen kann. Dieses schlechterdings unstoffliche etwas wirkt in alles stoffliche erzeugendem vorgang oder process auf ewig unveränderliche weise ohne eigene einsicht (wissen) und ohne

durch schnitzfehler entstellt worden seien. Vergl. meinen 'Entwurf einer beschreibung der chines. litteratur' in den Philol. u. histor. abhandlungen der akademie aus d. j. 1853 (1854, s. 295).

[1] Zwei um das Chinesische überhaupt sehr verdiente jüngere gelehrte, die HH. G. von der Gabelentz und W. Grube, haben den chines. text dieser werkchen mit Tchü-hi's commentaren und deutscher übersetzung begleitet herausgegeben in den jahren 1876, 1879 und 1880.

willen, ist daher als ein ewiges seiner selbst unbewusstes gesetz zu betrachten, als die ewig feststehende ordnung nach welcher alle erscheinungen der welt vor sich gehen. Der process erfolgt stoszweise (pulsativ) als beständige aufeinanderfolge tätiger (sich ausdehnender) und leidender (sich einziehender) zustände. In seinem tätigen ausdehnenden wirken erzeugt thái-kĭ das 陽 jang oder positive, in seinem leidenden das 陰 jäm, jin oder negative.[1] Hat jenes die letzte grenze erreicht, so wird die operation leidend und einziehend, und ist die andere phase zum äussersten gelangt, so erfolgt wieder das umgekehrte. Jede phase wurzelt in der anderen im laufe einer art subjectiver schwingung oder doppelt ausdehnender und einziehender tätigkeit die jedoch nicht räumliche bewegung ist. Alles dasein existirt durch denselben sich endlos wiederholenden process.

Jang und jin werden die zwei 氣 khí genannt und khi soll der feinste oder meist ätherische stoff sein den man sich denken kann. Hier wird einer unlösbaren frage ausgewichen.

Dem jang und jäm (jin) verdanken wir unter vielem anderen auch eine doppelte seele. Das durch 'seele' übersetzbare wort ist nämlich eines der vielen beispiele von vergesellschaftung zweier grund- oder wurzelwörter die einen dritten begriff darstellt den jedes für sich entweder ungenau oder selbst in widerspruch zu dem anderen ausdrückt. Fragt der Chinese beispielsweise wie weit ein gewisser ort entfernt ist, so spricht er unmittelbar hinter einander zwei worte in deren parung das erste (juàn) nur fern und das andere (kín) nur nahe bedeuten kann während die entsprechenden schriftzeichen 遠 und 近, beiläufig bemerkt, nur das grundbild mit einander gemein haben. So bedeutet viel-wenig, gesprochen 多 寡 to-kuà, das so- oder so-viel, die quantität.

Die beiden contradictorischen elemente der seele sind 鬼 神 kuèi-schin. Den ersten bestandteil für sich, eine fratze oder aus einer solchen entstanden, gebraucht man meist in furchterwecken sollendem oder gehässigem ja schimpfendem sinne, wie unser dämon, böser genius, teufel. So z. b. wenn Africaner 烏 鬼 U-kuei schwarze Kuei, oder Europäer Hung-mao-kuei 紅 毛 rotharige kuei gescholten werden. Ein ségensspruch über ein haus und seine bewohner lautet 神 内 鬼 外 schin néi kuéi uái genii intus, daemones foras!

[1] Bei jang wird vom begriffe hell und männlich, bei jäm von dunkel und weiblich ausgegangen. Letzteres erinnert an verwante ausdrücke in den Altaisprachen. Vergl. jamdschi abend im Mandschu, hämärä dunkel im Finnischen, homály im Magyar.

Unser chinesischer denker erklärt das in rede stehende kuèi für sinnverwant mit den auch lautverwanten wörtern 曲 khjü krumm und 屈 khjü sich einziehen, krümmen, die aber seitens ihrer schriftlichen bezeichnung sowohl von kuèi als unter sich verschieden sind. Hinzufügen darf man wohl noch ein viertes, dem letzteren beinahe lautgleiches synonym von ebenfalls selbständiger schreibung, nämlich 歸 kuèi (kúi) rückkehr und einkehr. Dieses wird noch in gewissen redensarten für sterben gesagt wie unser deutsches eingehen, und gleichbedeutend ist das mehr poetische 歸 古 kuei kù zu den alten (voreltern) eingehen, an die alttestamentliche redensart 'mit seinen vätern sich niederlegen' erinnernd. Die chinesische redensart ist aber viel älter als unsere bibel in China ist.

Wie nun involution durch dieses kuèi und seine verwanten, so wird evolution durch schin oder schen ausgedrückt, dem ebenfalls verschiedene schriftzeichen entsprechen. Das bezüglich einfachste derselben ist 申, welchem zwei damit zusammengesetzte, 伸 und 神, sich anreihen. Das dritte dieser drei, zusammengesetzt mit 示 schí kunde vom himmel, entspricht nun dem zweiten bestandteil des kuèi-schin, bedeutet für sich göttliche substanz, und die parung beider erzeugt, gleichsam teufel und engel verkoppelnd, den begriff 'seele' überhaupt. Der tod fährt scheidend dazwischen: die wiedervereinigung zur persönlichkeit aber ist nicht blosz möglich, sondern notwendige bedingung des zeitlich wiederkehrenden bewusstseins.[1]

So liest man im 51. buche der sämtlichen (?) werke Tschü-hi's, einer ebenso riesigen als unbehülflichen aber auch zerstreute goldkörner bietenden compilation: 'Der mensch ist im tode zwar ohne bewusstsein, es bleibt ihm aber dessen 原 juan quelle, ursprung, oder 本 pùn wurzel, und die manenopfer stellen es wieder her.[1] Warum dies ableugnen und an (absolute) vernichtung glauben? Was hätte der mensch auch sonst von seinem angeborenen streben.'[2]

In demselben sammelwerke stehen (buch 43) folgende fragen und antworten: 'Wenn der mensch mit tod abgeht, trennen sich da die bestandteile seiner seele? — Ja freilich. — Wenn der sohn oder enkel

[1] Auf einer art weltkarte aus China, die alles für wissenswürdig geltende gleichsam in nuce darstellt und über die ich allbereits im 'Magazin des Auslands' (jahrgang 1832) berichtet habe, liesst man: 'Nach einiger zeit erfolgt 散 sàn zerstreuung, aber durch opfer auf der ahnentafel wieder 聚 tsü sammlung.'

[2] Vgl. mein verzeichnis chinesischer werke der Berl. königl. bibliothek (1840. s. 29—30). Chinesischer titel ist 朱 子 全 書 Tschü-tsjy tshjuan schu d. h. des herren Rot sämtliche schriften.

sein todtenopfer bringt, findet da wirklich 感格 kàn-kĕ (kŏ) statt? — zuverlässig. Unsere nachkommen sind das die spätesten enkel durchwehende 氣 khí der väter (s. o.), gleichsam ein in seinen einzelwellen sich endlos fortbewegender fluss.'

Anm. Kàn-kĕ ist die segenbringende herabkunft der wiederbelebten seele.

Ferner bl. 46: 'Das khí der ahnen ist mit dem unsrigen untrennbar verbunden. Tut ein sohn oder enkel seinen manendienst erschöpfend (mit tiefster andacht), so entspricht ihm der ahnherr d. h. er erhört ihn.'

D. h. die abgeschiedenen kommen während der heiligen handlung unsichtbar, nur in gewissem sinne fühlbar wieder und segnen des opfernden nachkommen vorsätze oder bestrebungen.

Während aber Tschü-hi an bedingt wiederkehrende persönlichkeit glaubt, ist persönlichkeit eines übermenschlichen wesens ihm desto unglaubwürdiger, wie aus mehreren stellen jener sammlung sich ergiebt.

Belege. Buch 49, bl. 22: 'Dass vom himmel her ein mensch (etwas mit bewusstsein begabtes) über das böse richte ist eine unstatthafte annahme. Ebenso unstatthaft wäre die annahme, etwas weltregierendes sei gar nicht vorhanden.'

Ebenda, bl. 25: 'Ist das 'herz der welt' wirkender geist oder ist es untätig'?' — Antwort: 'Man kann nicht sagen es wirke nicht, aber es hat nicht gedanken wie sie der mensch hat.' D. h. die weltvernunft bedarf nicht des nachdenkens um auf ergebnisse zu kommen (was freilich auch von einem persönlichen höchsten wesen nicht anzunehmen).

Buch 51, bl. 43 führt unser philosoph eine stelle des heiligen buches 詩 Schi an, um gegen dessen wörtliche auffassung zu eifern, wie er wahrscheinlich täte wenn er Christ wäre und in unserem glaubensbekenntnis die worte 'sitzet er zur rechten Gottes' buchstäblich auffassen sollte. Die betreffende stelle lautet: 'Uen-uang steigt auf und nieder, ist links und rechts dem herren zur seit'. In seiner trefflichen übersetzung bemerkt Hr. Strauss von Torney zu dieser stelle: 'Er ist dienender gehilfe Gottes, eine bezeichnung die dem ganzen ahnendienst einen höheren hintergrund sichert.' Tschü-hi aber sagt: 'Will man dies so verstehen als befände der geist des verstorbenen Uen-uang sich wirklich dem 上帝 schang-ti zur seite, ja als wäre ein schang-ti überhaupt vorhanden wie etwa die gekneteten (plastischen) idole unserer welt (wie eine mit götzen zu vergleichende persönlichkeit): so ist man übel beraten.' Sein ekel vor buddhistischen idolen

mag den mann des weltschaffenden nichts entschuldigen, der indess nicht verhüten konnte dass mit leeren abstractionen nie sich befriedigende gemüter an die stelle des 'letzten äussersten' ein 'herz der welt', einen selbstbewussten 'himmel und höchsten regierer' mehr oder minder persönlich sich gestalteten, auch abgesehen von dem einflusse positiver religionen.

Die Berliner königliche bibliothek besitzt auch schon lang und in dem Klaproth'schen verzeichnis mit ein par zeilen erwähnt ein recht sauber erhaltenes werkchen betitelt 朱子節要 Tschü tszў tsjĕ-jàu das wichtigste aus Tschü-hi. Die erste ausgabe erschien 1602, die vorliegende 1676, diese mit zwischenzeiliger mandschuischer übersetzung. Das werk besteht aus 14 philosophisch-moralischen kürzeren und längeren abschnitten oder abhandlungen deren elfte 教人之法 kjáo žen tschi fă d. h. wie der mensch zu belehren als überschrift trägt. Dieser abschnitt, genauer noch der inhalt seiner letzten druckseite, kann als gedrungenster inbegriff einer pflichtenlehre vom standpunkte des philosophen betrachtet werden. Hier legt unser autor einer mir unbekannten pseudonymen grösze der vorzeit nach aufzählung der bekannten fünf menschlichen verhältnisse (eltern und kinder — fürst und untertan — ehemann und eheweib — alter und jugend — freund und freund) folgende mahnungen in den mund, die man gebote nennen könnte, kämen sie von religiösem standpunkte, der ihnen gänzlich abgeht:

Lerne umfassend — frage gründlich — unterscheide wohl — bedenke sorglich — handle eifrig — rede aufrichtig — sei ausdauernd — beherrsche den zorn — hemme die gelüste — im guten fortschreitend verbessere deine fehler — denke nicht an nutzen — berechne nicht den ruhm — füge keinem zu was du selbst nicht willst — kannst du ein ziel nicht erreichen so suche die schuld in dir allein.

Die allerweltsklage aller zeitalter über das 'heutzutage' kommt uns auch bei Tschü-hi aus vielen winkeln entgegen. Er findet seine mitwelt in jeder hinsicht entartet wenn auch der umkehr noch fähig. Ganz besonders gelten seine vorwürfe der allgemeinen niedrigen selbstsucht bei sittlicher schlaffheit. Wenn die heutigen menschen (so liest man im 7. capitel des abschnittes 出處 tschhü-tschhŭ herauskommen und daheimbleiben) den allerkleinsten vorteil oder nachteil ersehen, so regt sich in ihnen alsbald ein herz des herantretens oder ausweichens. Die menschen der (guten) alten zeit liessen messer und säge vorn, topf und kessel hinten stehen, sie betrachteten das notwendigste zum leben als nicht vorhandenes wo es auf das rechte ankam.

Ebds. buch 12 liest man: Kannst du dem was recht ist (dem 道理 tao-li) volle genüge leisten, dann erst verdienst du mensch zu heissen, dann magst du den himmel tragend die erde beschreiten, dann bleibst du dem leben nichts schuldig. Wer dies nicht vermag, der lebt und stirbt umsonst, hat umsonst einen körper und geniesst vergebens was die erde bietet.

Ebds. buch 5 sagt der weise: 'Im ganzen leben habe ich trägheit nicht gekannt, selbst in schwerer krankheit nur mit aussicht auf geistigen fortschritt gehandelt. Die heutigen menschen sind faul, darum feige und ausser stand kräftig zu handeln. Von allen schädlichen lüsten ist hingebung an das nichtstun die verderblichste, darum nennt man sie ein schleichendes gift.

Dass ein dem schaffenden fleisse so hingegebener mann die besten anweisungen zum bücherlesen geben konnte darf uns nicht wunder nehmen. Solche leseregeln (nach dem Tsje-jau) habe ich von mir übersetzt mitgetheilt in dem oben citirten 'Entwurf'. Hier noch eine dort übersehene stelle: 'Wer heut zu tage liest, der strebt ins weite und sucht nicht das wesentliche, darum hat er nie den genuss, schwierigkeiten zu lösen. Es geht ihm wie einem kranken der unrettbar ist weil er bei allen ärzten hilfe sucht.'

Die vollkommen uneigennützige edelste menschlichkeit wird bildlich dargestellt durch herz und die zahl tausend darüber weil der sie besitzende für alle sich hingiebt.[1] Auch stellt ein und dasselbe grundwort žin oder žen die begriffe mensch und menschlichkeit (freilich noch manchen andern) dar. Erwägt man ir verhältnis zu den drei tugenden 義 i oder ji, 禮 li und 智 tschi (gewöhnlich, aber nicht erschöpfend, mit gerechtigkeit, sitte und weisheit gedolmetscht), so ergiebt sich dass zum 'eintritt in die pforte der vollkommenheit' erstrebung des žin ausreicht, denn i verhält sich zu diesem wie das 'herbe zum milden'. Wo beide sich die hände reichen da ist 'alles werdens türangel'. Ein alter spruch vergleicht die wirkung des žin mit dem der frühlingssonne und ein gut teil materieller mit süszem weine!

Tschü-hi's studien müssen in sehr früher lebenszeit begonnen haben. Wo er (cap. 55 der schon erwähnten compilation Tshjuan schu) über dieselben kurz berichtet, beginnt er so: 'Als ich, erst zehn jahre alt, das buch des (philosophen) Meng las und aus dem-

[1] Seit undenklicher zeit pflegt man abkürzungsweise die variante 仁 (aus mensch und zwei) zu schreiben.

selben erfuhr dass die vollkommen weisen mit uns gleicher natur seien, da empfand ich schon unaussprechliche freude.' Um ihn nach diesem geständnis nicht falsch zu beurteilen muss man wissen dass der philosoph Meng zuerst den ausspruch tat, der natur (dem angebornen) nach seien die menschen einander gleich, was nicht etwa heissen soll, der eine stehe geistig ebenso hoch wie der andere, sondern dass ein wesentlicher unterschied zwischen mensch und mensch nicht bestehe, jeder also hoffen dürfe die groszen vorbilder einst zu erreichen.

In einer (ebd. cap. 56) wieder abgedruckten vorrede zu seinen erklärungen des kanonischen liederbuches sagt er: 'Es fragte mich jemand warum es gedichte giebt d. h. wie der mensch zum versemachen komme. Ich antwortete ihm: des menschen gefühle werden durch die ihn umgebende welt angeregt und so entstehen gedanken die man in worte zu fassen strebt. Was aber worte nicht erschöpfend wiedergeben können, das tut sich in seufzern, in sang und rythmen kund. Der andere frug weiter: wo bleibt aber von so etwas der nutzen? Tschü-hi sieht dass er es mit einem verstockten utilitarier zu tun hat und antwortet jetzt so wie der frager ihn am besten verstehen musste: 'Was angeregtem herzen entstammt, kann gut und böse sein, also können es auch die rythmen in die es ausklingt. Dichtungen weiser männer können aber nur belehrung gewähren indem das innere solcher nur gutes schaffen kann'.

Dass dem groszen büchermanne auch empfänglichkeit für groszartiges der äusseren natur nicht gefehlt, bekundet uns eine meines wissens noch unbeachtete stelle in einem sonst herzlich trocknen abschnitt des 50. buches wo meteorologische erscheinungen von dem damaligen abenteuerlichen standpunkte der Chinesen besprochen werden. Nachdem unser autor gesagt, hohe berge hätten weder tau noch reif, dafür aber schnee, fährt er so fort: 'Eines tages bestieg ich den Jün-kü. Am frühmorgen aufbrechend kam ich durch dichte waldung und kein tau befeuchtete mir die kleider. Unter mir sah ich nichts als rot schimmerndes gewölk das gleich einem meere unabsehbar sich ausdehnte und über welches die benachbarten gipfel hinausragten. Die wolkenmasse umkreiste den berg der sich fortzubewegen schien. Es war ein anblick von wunderbarer schönheit'.

Diese einfache schilderung kann das blumige gerede manches empfindsamen touristen beschämen.

Ausgegeben am 25. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.
XI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

25. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Kiepert las über die Ergebnisse der in den Jahren 1882—1885 von den HH. Hartmann und Moritz im nördlichen Syrien, namentlich in der Umgebung von Antiocheia ausgeführten Reisen, unter Vorlegung einer vorzüglich nach den Messungen und Beobachtungen derselben aufgestellten Specialkarte.

Ausgegeben am 4. März.

1886.
XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

25. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Waldeyer las Beiträge zur normalen und vergleichenden Anatomie des Pharynx mit besonderer Beziehung auf den Schlingweg.

2. Hr. Kronecker machte eine Mittheilung zur Theorie der Gattungen rationaler Functionen von mehreren Variabeln.

3. Hr. Munk legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Benno Baginsky hierselbst vor über den Ursprung und den centralen Verlauf des N. acusticus des Kaninchens.

Alle drei Mittheilungen folgen umstehend.

4. Der Professor der Chemie an der Königl. Sächsischen Bergakademie zu Freiberg, Hr. Dr. Clemens Winkler, theilt unter dem 21. d. der Akademie mit, dass er im Argyrodit, einer neuen, von A. Weisbach in Freiberg beschriebenen, übrigens aus Silber und Schwefel bestehenden Mineralspecies ein neues, nicht metallisches, dem Arsen und dem Antimon nahe stehendes Element entdeckt habe, welchem er den Namen 'Germanium' beilegt.

Beiträge zur normalen und vergleichenden Anatomie des Pharynx mit besonderer Beziehung auf den Schlingweg.

Von W. Waldeyer.

So weit die Physiologie uns lehrt, werden beim normalen Schlingacte die beiden nach dem Luftwege führenden Verbindungsöffnungen und Räume, das Cavum pharyngo-nasale und der Aditus laryngis verschlossen. Beim Abschlusse des ersteren Raumes, welcher wesentlich durch das Emporheben des Velum palatinum und die vorhangähnliche Zusammenziehung der beiden Arcus pharyngopalatini, zwischen welche das Zäpfchen sich einschiebt, bewirkt wird, fällt von selbst auch das Ostium pharyngeum Tubae der Absperrung anheim, so dass jetzt nur noch der Weg von der Mundhöhle durch die Pars oralis und laryngea pharyngis zur Speiseröhre offen bleibt. Und so werden nun diesen etwa katheterförmig gekrümmten Weg entlang die Speisen und Getränke, wie neuerdings Kronecker und Meltzer gelehrt haben, durch eine stempelartige Bewegung des musculösen Mundhöhlenbodens in einem Rucke hinabgespritzt.

Es hat die Physiologie von jeher mit Recht interessirt, dem Vorgange nachzuspüren, durch welchen nun die abwärts zu den Luftwegen führende zweite Communication, der Eingang in den Kehlkopf, beim Schlingen verlegt wird. Die unbefangene Betrachtung der anatomischen Einrichtungen verfällt hier naturgemäss auf den Kehldeckel, der sich, einer Klappe gleich, beim Hinabgleiten des Bissens, von diesem vor sich hergeschoben, auf den Kehlkopfseingang lege. So schütze gewissermaassen der Bissen selbst den Eingang zum Kehlkopfe. Diese naive Anschauung konnte genaueren Untersuchungen gegenüber nicht Stand halten, passte ja ohnehin nur für grössere derbe Bissen und keineswegs für das Schlingen von Flüssigkeiten und diese geben ja, wie Jedermann bekannt, die grösste Gefahr des sogenannten »Verschluckens«.

Weitere Überlegungen und Beobachtungen haben nun erwiesen, dass eine beim Schlingen regelmässig eintretende Bewegung des Kehl-

kopfs selbst in Verbindung mit einer Bewegung der Zunge zur ziemlich sicheren Deckung der Luftwege dient. Die Zunge rückt mit ihrer Basis nach hinten, der Kehlkopf nach vorn und aufwärts und so wird die Epiglottis unter die Zungenwurzel geschoben und von Letzterer natürlich auf den Kehlkopfseingang herabgedrückt.[1] Fernerhin haben aber die Beobachtungen von Czermak, die er mittels des Kehlkopfsspiegels anstellte, gelehrt, dass auch ohne diese Bewegung der Kehldeckel bei jedem Schlingacte über den Kehlkopfseingang sich völlig hinüberlegt und zwar durch Wirkung derjenigen Muskelfasern, welche von Theile seinerzeit unter dem Namen eines »Reflector epiglottidis« zusammengefasst worden sind. Czermak sah, dass bereits die Epiglottis sich über den Kehlkopfseingang legte, bevor der Kehlkopf unter die Zungenwurzel geschoben war. — Den Muskelapparat hat uns Henle für den Menschen als M. Thyreo-ary-epiglotticus näher kennen gelehrt. Seine vergleichende Anatomie bringen uns insbesondere die schönen Untersuchungen von M. Fürbringer.[2] Den Schilderungen des Letzteren zufolge gehören die zur Epiglottis gelangenden Fasern hauptsächlich dem M. crico-thyreo-arytaenoideus Cruveilhier's und C. L. Merkel's an und können als Crico-epiglotticus, Thyreo-epiglotticus und Ary-epiglotticus auftreten. Sie wären als zur Epiglottis abirrende Bündel des Crico-thyreo-arytaenoideus aufzufassen. Von besonderem Interesse erscheint mir die Angabe Fürbringer's, a. a. O. S. 68/69, dass diese zur Epiglottis ziehenden Bündel am häufigsten und reichlichsten beim Menschen und demnächst bei den Anthropomorphen ausgebildet sind. Fürbringer schliesst, S. 69, »dass die Beziehungen zur Epiglottis zuerst durch den bei den meisten Anthropomorphen constant auftretenden Musc. ary-epiglotticus vermittelt werden, während die Mm. crico-epiglotticus und thyreo-epiglottici, bei den Thieren ganz inconstante oder ganz fehlende Bildungen, erst beim Menschen sich bleibend ausgebildet haben«. Wir kommen später auf dieses Verhalten zurück.

Diese Sicherung des Kehlkopfseinganges hat aber noch nicht genügt. Es legen sich auch, wie unter Anderen ebenfalls Czermak gezeigt hat, bei jedem Schlingen die Stimmbänder, obere wie untere, an einander und versperren so die Glottis selbst. Und sollte nun der Kehldeckelschluss nicht ausgereicht haben und eine Spur des Genossenen in den Vorhof des Kehlkopfs, in die Cavitas supraglottica, wie ich den Raum zwischen Epiglottis und oberem Stimmband, bez. Glottis, nennen möchte, hineingelangt sein, so wird dadurch ein gewaltiger Reflexmechanismus

---

[1] S. hierüber: P. J. Sandifort, Deglutitionis mechanismus verticali sectione narium, oris, faucium illustratus. Lugduni Batavorum 1805. IV.

[2] Max Fürbringer, Beitrag zur Kenntniss der Kehlkopfmusculatur. Jena 1875. 8. S. bes. S. 66 ff.

angeregt, der Hustenstösse auslöst und mit diesen den Eindringling entfernt.

Ich möchte nun auf eine weitere und zwar rein anatomische Einrichtung, welche bislang weniger beachtet zu sein scheint, die Aufmerksamkeit lenken. Diese Einrichtung allein für sich erklärt es, dass bei ruhigem Schlingen, selbst ohne alle schützende Muskelwirkung, kleinere Bissen und namentlich Flüssigkeiten nicht in den Vorhof des Kehlkopfes gelangen. Wir hätten also dann drei Schutzvorrichtungen schon für den Kehlkopfsvorhof: zwei physiologische, das Muskelspiel, welches den Kehldeckel herabzieht und die Bewegung des Gesammtkehlkopfs, durch welche derselbe unter den Zungenrücken gleichsam »untergeduckt« wird, und eine anatomische, von der alsbald die Rede sein soll. Eine solche rein anatomische Sicherungsmaassregel ist auch ein Postulat, denn die Erfahrung lehrt, dass manche Menschen trinken können, ohne zu schlingen, dass Getränke also »hinabgegossen« werden können. Wir sehen ferner bei Schwerkranken nicht selten Mundflüssigkeit die Regio laryngea des Pharynx schlucklos passiren, ohne dass etwas von derselben in den Larynx hineingelangt. Namentlich in dem letzteren Falle kann weder von der Schutzbewegung des Kehlkopfs die Rede sein, noch von einem spontanen Kehldeckelverschluss im Sinne CZERMAK's. Ich gehe um so mehr auf die angedeutete Vorrichtung ein, als mir dabei Gelegenheit gegeben wird, auch den Weg, den die verschluckten Gegenstände normaler Weise im Pharynx einschlagen, genauer zu bestimmen und einige Ungenauigkeiten, die sich in Monographien und Handbüchern bezüglich der Anatomie des Pharynx finden, als solche zu kennzeichnen.

Meines Wissens hat in neuerer Zeit nur V. v. BRUNS[1] auf den Umstand aufmerksam gemacht, dass der Schlingweg der Speisen, namentlich der weichen und der der Getränke, nicht gerade hinter dem Kehlkopfe hergehe, also über die Epiglottis hinweg, sondern zu beiden Seiten desselben (bez. der Epiglottis) her, dem Kehlkopfseingange also gleichsam lateralwärts ausweichend. Aus der älteren Literatur sind mir einige Angaben aufgestossen, die v. BRUNS entgangen zu sein scheinen, die aber, wenn auch meist nur für kleine Flüssigkeitsmengen, dasselbe behaupten. Wir finden bereits bei A. v. HALLER[2] eine diesbezügliche Äusserung: »Potus facilius et ab incumbente palato molli et ab uvula, et a linguae sulco qui est ante epiglottidem ducitur secundum utrumque ejus lingulae latus, per sulcos, utrinque aditum spiritalis fistulae amplexos.« »Necesse autem

---

[1] Die Laryngoskopie und die laryngoskopische Chirurgie. Tübingen 1865, S. 74 ff.

[2] Elementa physiologiae corporis humani, T. VI. p. 91.

est«, fügt er hinzu, »parce bibere et lente, ne in laryngem copiosior humor aberret.« So sagt auch SANDIFORT, a. a. O. S. 40: »Non enim, ut volunt, artificiosâ naturae machinatione cavetur ne facile in glottidem sese insinuare haustus liquor possit, dum fluidum, in isthmum faucium pulsum, in exstantem libere epiglottidem incurrens, ab illa finditur et in duos quasi rivulos dividitur, quorum singuli ad latera laryngis rimam glottidis praeterfluunt.« In der 1816 zu Berlin erschienenen Dissertation von REICHEL: »De usu epiglottidis« finden wir S. 4 nachstehenden Passus: »In utroque istius cartilaginis latere fovea profunda observatur, quae alimenta glottidem apertam transducit, et sic, quo minus in tracheam aliquid incidere possit, prohibet.

Endlich fasst LONGET in seiner bekannten Abhandlung: »Recherches expérimentales sur les fonctions de l'epiglotte et sur les agents d'occlusion de la glotte dans la déglutition, le vomissement et la rumination«, Arch. générales de médec. 1841. III. Sér. T. 12. p. 417 ff., seine erste »Conclusion« folgendermaassen:

»L'épiglotte est nécessaire à l'intégrité de la déglutition; car, si l'homme et les animaux qui en sont privés, avalent, sans inconvénients, les aliments solides, il n'en est pas de même des liquides: cet opercule est indispensable pour diriger, dans les deux rigoles latérales du Larynx, les gouttes de liquide qui, après la déglutition, s'écoulent le long du plan incliné de la base de la langue, et pour prévenir leur chute dans le vestibule sus-glottique.«

Die neueren Lehrbücher der Physiologie und selbst monographische Abhandlungen übergehen diese Verhältnisse entweder gänzlich oder läugnen sogar, wie MOURA-BOUROUILLOU,[1] eine Betheiligung der Sinus piriformes an der Führung verschluckter Gegenstände. C. L. MERKEL[2] geht am genauesten auf die Beschreibung des Schlingactes und des Schlingweges ein: er lässt auch eine Inanspruchnahme der Sinus piriformes zu; hauptsächlich aber sollen beim Menschen die Bissen über die Mitte des Zungengrundes, des Kehldeckels und des Larynx hinweggleiten.

An Durchschnitten gefrorener Leichen zeigt sich der Kehlkopf so dicht an die hintere Pharynxwand angelagert, dass ein »Lumen« im gewöhnlichen Wortsinne zwischen beiden Theilen gar nicht vorhanden ist, sondern nur, wie ich zu bezeichnen vorschlage, ein »lumenloser Spalt«, etwa wie zwischen zwei aufeinander liegenden Platten. Dies Verhältniss besteht aber nur in der Mittellinie und in deren nächster Umgebung. Lateralwärts stossen wir auf die beiden Sinus piriformes

---

[1] Cours complet de laryngoscopie suivi des applications du laryngoscope. Paris, 1861.

[2] Die Functionen des menschlichen Schlund- und Kehlkopfs. Leipzig, 1862. 8.

(TOURTUAL, cavitas pharyngo-laryngea, Schlundfurchen von BRUNS), welche für den Durchgang breiiger oder flüssiger Massen, auch festerer Körper, falls letztere nicht zu umfangreich sind, hinreichend Raum gewähren. Es gelingt am gehärteten Durchschnittspräparate nur sehr schwer, eine gewöhnliche Sonde in der Mittellinie von Pharynx in den Oesophagus hineinzubringen, während dieselbe an beiden Seiten durch die Sinus piriformes anstandslos passirt. Nun sind freilich die Verhältnisse am lebenden Menschen andere, als bei einem gehärteten Praeparate; doch ist klar, dass auch unter allen Umständen flüssige und breiig weiche Massen leichter lateralwärts durch die Sinus pharyngo-laryngei hindurchgehen werden, als in der Mittellinie. Wenn wir vollends die Ergebnisse der vorhin erwähnten KRONECKER'schen Untersuchung heranziehen, denen zufolge die zu verschlingenden Massen in den Oesophagus »hineingespritzt« werden, so müssen diese vorzugsweise die freiere seitliche Bahn benutzen.

Die vorhandenen Abbildungen von Medianschnitten menschlicher Körper, namentlich die in den Lehrbüchern wiedergegebenen, nehmen auf diese — wie mir scheint — nicht unwichtige Lagebeziehung noch zu wenig Rücksicht. Auch HENKE's Figur I (Medianschnitt) in der zweiten Auflage seines Topographisch-Anatomischen Atlas zeigt noch einen zu grossen Abstand zwischen Kehlkopf und hinterer Pharynxwand, wobei jedoch ausdrücklich hervorgehoben werden soll, dass in dem zugehörigen Lehrbuche, S. 161, das Verhältniss völlig richtig angegeben ist. Selbst in der Monographie LUSCHKA's über den Schlundkopf finden wir die bemerkte fehlerhafte Zeichnung eines grossen Abstandes zwischen Pharynx und hinterer Kehlkopfswand. Von den mir zur Kenntniss gekommenen genaueren Abbildungen nenne ich die von PIROGOFF, W. BRAUNE, RÜDINGER und C. L. MERKEL.[1] Auch HENLE's Figur 42 in seiner Splanchnologie, zweite Auflage, zeigt die Verhältnisse annähernd richtig, s. auch den dazu gehörigen Text und den Bericht HENLE's über die Fortschritte der Anatomie für 1861, S. 102. Ich habe bei allen von mir selbst oder unter meiner Leitung ausgeführten Medianschnitten menschlicher Körper verschiedenen Lebensalters und beiderlei Geschlechts stets das oben geschilderte Verhalten, wie es durchaus zu den Abbildungen PIROGOFF's, BRAUNE's und RÜDINGER's stimmt, angetroffen.

Nun kommt aber noch ein anderer Umstand in Betracht: ich meine das Verhalten des Zäpfchens zum Kehldeckel. Bei geschlossenem Munde und ruhigem Athmen, reicht die (untere) Spitze der Uvula bis

[1] Anatomie und Physiologie des menschlichen Stimm- und Sprachorgans. II. Aufl. Leipzig 1863. Figur 53, S. 175.

nahe an den oberen Umfang der Epiglottis heran. Henke behauptet sogar,[1] dass beide Gebilde im Ruhezustande einander berühren. Ich vermag zwar dies nach den von mir angefertigten Schnitten ebenso wenig wie J. Rückert in seinem Werke über den »Pharynx als Sprach- und Schluckorgan«, München 1882, S. 40, zu bestätigen; immerhin aber kommen sie einander sehr nahe. Somit ist während des Ruhezustandes im Isthmus faucium die Zweitheilung der hinabzuschlingenden Massen schon angewiesen. Es ist freilich richtig, dass beim Schlingen das Gaumensegel, und damit auch das Zäpfchen gehoben wird; doch ist es mir fraglich, ob beim Schlingen geringerer Mengen von Flüssigkeiten die Hebung des Zäpfchens eine erhebliche ist, so dass seine Lage zur Epiglottis für die Zweitheilung gar nicht in Betracht käme. Auch der Kehldeckel ist so gestaltet, dass Bissen, namentlich weichere Massen, welche auf ihn stossen, von selbst nach der einen oder der anderen Seite ausweichen werden. Sie gelangen dann naturgemäss in die Sinus piriformes und hier schützen dann wieder die an die Epiglottis sich ansetzenden Plicae aryepiglotticae den Eingang zum Kehlkopf.

Ich brauche wohl nicht hervorzuheben, dass, wenn ich in diesen anatomischen Einrichtungen Schutzmittel für den Kehlkopf beim Schlingen erblicke, ich nur an kleinere weiche Bissen, namentlich an geringere Flüssigkeitsmengen denke. Es ist ja selbstverständlich, dass grössere Bissen, die wir mit einer gewissen Gewalt in den Oesophagus hinabpressen, auch die Mitte der Pars laryngea pharyngis mit benutzen werden. Die weichen Wände des Pharynx sind ja überallhin nachgiebig und der Kehlkopf rückt ja beim Schlingen gleichzeitig mit seiner Erhebung nach vorn. Doch dürfte wohl nicht zu bestreiten sein, dass die genannten Gestaltungs- und Lageverhältnisse geeignet sind, von vorn herein die hinabgleitenden Bissen von dem mittleren Wege abzulenken und nach den Seiten hinzuleiten. Auch ist das Vorrücken des Kehlkopfs beim Schlingen kleiner Massen nur geringfügig und muss er dabei den Pharynx mitziehen, so dass der Weg in der Mitte immer mehr behindert erscheint.

Interessant sind die Ergebnisse einer vergleichend anatomischen Betrachtung des Pharynx, worüber bereits J. Rückert in seiner inhaltreichen Abhandlung uns sehr bemerkenswerthe Aufschlüsse giebt.

Es stellt sich diesen zu Folge heraus, dass nur beim Menschen und den meisten Anthropoiden das Velum palatinum, bez. das Zäpfchen, den Kehldeckel bei geschlossenem Munde nicht erreicht. Bei allen übrigen von Rückert untersuchten Säugethierordnungen und Arten (Cercopithecus sabaeus, Cynocephalus sphinx, Vespertilio murinus,

[1] Topographische Anatomie des Menschen. Berlin 1884, S. 158.

Felis domestica, Canis familiaris, Canis vulpes, Lutra vulgaris, Meles taxus, Mustela furo, Mustela foina, Phoca vitulina, Erinaceus europaeus, Talpa europaea, Cavia Cobaya, Lepus timidus, Lepus cuniculus, Sciurus vulgaris, Mus rattus, Bos taurus, Ovis aries, Cervus capreolus, Cervus elaphus, Cervus dama, Sus domestica, Equus caballus, Delphinus Delphis, Dasypus novemcinctus, Ornithorhynchus paradoxus) zeigte sich, dass das Velum palatinum, ungeachtet dasselbe bei den genannten Species bekanntlich kein Zäpfchen besitzt, dennoch den Oberrand der Epiglottis überragt und sich meist ziemlich tief zwischen Kehldeckel und Zungenrücken — also an der ventralen Fläche des ersteren — hinabsenkt.

Im Folgenden gebe ich die Beschreibung des Isthmus faucium und des cavum pharyngo-laryngeale einer Anzahl Säugethierarten, welche bis jetzt auf die in Rede stehenden Beziehungen theils nicht untersucht worden sind, theils einer genaueren Berücksichtigung werth erscheinen. Ich gehe dabei nur auf diejenigen Verhältnisse näher ein, welche die Bedeutung der Schlundfurchen, des Velum palatinum und der Epiglottis für den Schlingact betreffen können. Manche von den hier mitgetheilten Befunden sind bereits in den älteren und neueren Werken über vergleichende Anatomie und in den Specialabhandlungen mehr oder weniger ausführlich erwähnt worden, so bei MECKEL, CUVIER, OWEN u. A. Im Ganzen ist jedoch diese Partie des Verdauungstractus, wie RÜCKERT mit Recht hervorhebt, noch zu wenig beachtet worden, und mögen daher die nachfolgenden Einzelnangaben eine Ergänzung zu RÜCKERT's Angaben bilden. Die Beziehungen zum Schlingacte sind, ausser in vereinzelten Fällen, welche ich an den betreffenden Orten, so weit sie zu meiner Kenntniss gekommen sind, namhaft machen werde, noch nirgends als ein Gesichtspunkt für die Untersuchung in Frage gekommen.

Pithecus satyrus GEOFFR. (Orang — Junges Männchen).

Das Velum palatinum, ohne jede Andeutung eines Zäpfchens, ragt fast bis zum Zungengrunde vor der Epiglottis hinab. Der dorsomediane Wulst des Gaumensegels hört 0.5^{cm} oberhalb des freien Randes des letzteren auf. Ein Frenulum epiglottidis ist kaum angedeutet; Arcus glossopalatinus stark, pharyngopalatinus schwach entwickelt. Deutliche Bifurcation des Speiseweges zu beiden Seiten des Kehlkopfs.

Cynocephalus Mormon Wagn. (Mandrill).

Eine deutliche Uvula, welche vor der Epiglottis bis auf den Zungengrund heruntergreift. Die Epiglottis ist lang und dick. Ein Frenulum epiglottidis nicht deutlich, sondern ein abgerundeter, stumpf kielartiger Vorsprung an dessen Stelle. Die Epiglottis selbst ist sehr breit, deckt sehr leicht die stark aufwärts ragenden Aryknorpel; neben der Uvula und der Epiglottis eine sehr deutliche und weite Passage zu den Schlundfurchen. Vom knöchernen Nasenseptum zwischen den Choanen geht ein häutiger medianer Fortsatz aus, der eine membranartige Verlängerung des Septum narium bildet und etwa 1^{cm} in den Nasenrachenraum hineinragt, denselben eine Strecke weit noch in eine rechte und linke Hälfte spaltend.

Von Affen, und zwar Anthropoiden, hatte ich noch Gelegenheit zu untersuchen: zwei Gorillas, von etwa zwei bis fünf Jahren, zwei Chimpanses und einen zweiten Orang. Ich kann bezüglich dieser die älteren Angaben, und besonders die eingehenden Beschreibungen J. Rückert's lediglich bestätigen. Bei den Gorillas und den Chimpansen fand sich eine gut entwickelte Uvula und Verhältnisse am Isthmus, die denen des Menschen sehr nahe kommen. Dem Orang, einem jüngeren Exemplare, fehlte ein Zäpfchen gänzlich; der bekannte dorsale Medianwulst des Gaumensegels war auch hier sehr deutlich ausgeprägt. Ich will indessen zu erwähnen nicht unterlassen, dass mein College, Prof. R. Hartmann, bei einem älteren Orang die Andeutung einer Uvula, wie er mir mittheilte, gesehen und auch eine Zeichnung davon angefertigt hat.

Hyaena striata Zimm.

Das Velum palatinum ragt nicht ganz bis zum Zungengrunde herab. Die Epiglottis sehr gross und breit; der Kehlkopfseingang spaltförmig. Plicae pharyngo-palatinae wenig entwickelt; dagegen sind die Plicae ary-epiglotticae sehr gross und begrenzen von den Seiten her den spaltförmigen Kehlkopfseingang wie ein schützender Wall. Schlundfurchen flach, aber sehr weit, so dass selbst grössere feste Körper leicht hindurch zu passiren vermöchten.

Lutra vulgaris Erxl.

Die Epiglottis greift hakenförmig über die dorsale Fläche des Gaumensegels weit hinüber. Ein Zäpfchen fehlt Aus der Mundhöhlenschleimhaut entwickelt sich ein in das Velum palatinum aus-

gehender Bogen, der mit einem schwach entwickelten Arcus glosso-palatinus zusammenfliesst. Die Plicae pharyngopalatinae sind sehr stark und theilen die entsprechenden Sinus pharyngo-laryngei in je zwei Längsfurchen, ähnlich wie es beim Tapir und Rhinoceros in so auffallender Weise ausgeprägt ist, nur dass bei Lutra die Falten nicht so tief in die Sinus hinunterreichen. Die Epiglottis ist an ihrer unteren (dorsalen) Fläche stark vertieft, so dass eine Art Blindsack entsteht, der gerade über dem Kehlkopfseingange liegt.

Ursus maritimus Desm.

Die Verhältnisse sind ziemlich genau wie bei Hyaena striata, nur ist die Epiglottis etwas kleiner, sehr starr und mehr hakenförmig umgebogen. Die Plicae ary-epiglotticae setzen sich hinten gegen die Aryknorpel scharf ab, so dass sie hier wie zwei grosse vorspringende Lappen endigen. Zum Kehlkopf hin gehen sie fast ohne jede abgrenzende Furche in die oberen Stimmbänder (plicae Morgagni) über: die sehr langen unteren Stimmbänder (chordae vocales) liegen mit ihrem oberen Rande fast in gleicher Höhe, wie die Taschenbänder, so dass der ganz schmale lineare Eingang in den tiefen Sinus Morgagni von oben her zugänglich ist, nicht von der Seite. Die Epiglottis kann selbst bei vollständigem Hinüberlegen kaum die Hälfte des Kehlkopsfeinganges decken. Dagegen bieten die grossen Plicae ary-epiglotticae und die stark vorspringenden Aryknorpel einen gut schützenden seitlichen Wall für alles, was etwa durch die sehr weiten Schlundfurchen vorbei passirt.

Ursus americanus Pall.

Beim Baribal zeigt sich ein von Ursus maritimus etwas abweichendes Verhalten. Die Epiglottis ist breit und stark über den vorderen Theil des Kehlkopfseinganges hinübergeneigt. Die Plicae ary-epiglotticae bilden mit der Epiglottis einen Winkel, so dass sie nicht sagittal, sondern mehr frontal gestellt sind, sie schliessen jedoch mit der Epiglottis den vorderen Theil des Kehlkopfseinganges röhrenförmig ab. Der hintere, zwischen beiden Aryknorpeln gelegene Theil des Kehlkopfeinganges bleibt stets offen, aber die Aryknorpel springen so weit vor, dass sie den Kehlkopfeingang seitlich gegen die durch die weiten Schlundfurchen herabkommenden Theile vortrefflich decken. Vom Rücken der Epiglottis zieht sich ein starker Wall, ungefähr 3^{cm} lang und fast kleinfingerdick, gegen den Zungenrücken hinauf der-

gestalt, dass alles, was über die Zunge hinabgleitet, soweit es breiig oder flüssig ist, in zwei Ströme nothwendig getheilt werden muss. Sehr bemerkenswerth sind nun auch zwei von der unteren Fläche des Velum palatinum herabragende Lappen, deren jeder ungefähr die Gestalt einer kurzen Uvula hat. Der genannte mediane Vorsprung zwischen Epiglottis und Zungenrücken greift von unten her zwischen diese beiden Lappen hinein. Es macht den Eindruck, als sei eine einfache Uvula durch jenen Vorsprung in zwei Theile zerfällt worden. Nur gehen diese zwei Lappen nicht vom hinteren, freien Stande des Velum, sondern mehr nach vorn, von dessen Zungenfläche aus. Sie ragen in den Anfang der Schlundfurchen hinein, schliessen sie aber nicht ganz, so dass eine röhrenförmige Communication jederseits zwischen Mundhöhle und Pharynx übrig bleibt.

Ursus labiatus Desm.

Eine breite massige Epiglottis; das Velum ragt bis zum Zungengrunde mit tiefem Ausschnitt für die Epiglottis, kann jedoch leicht über die letztere hinaufgezogen werden. Die Schlundfurchen sind tief, und wegen des weit einragenden Kehlkopfs für feste Nahrung wohl nur schwer passirbar. Die Ligamenta ary-epiglottica sind dick und wulstig, so dass der Kehlkopfseingang von den Seiten her gut geschützt erscheint.

Phoca anellata Nilss.

Das Velum palatinum stark, breit und dick, keine Spur einer Uvula. Es ragt vollständig bis auf den Zungengrund vor der Epiglottis herab. Letztere gross, dreieckig zugespitzt (nach oben), weit in den Nasenrachenraum vorragend. Man kann indessen leicht das Gaumensegel aus seiner Tasche hervorziehen und dasselbe an die dorsale Fläche der Epiglottis bringen. Zu bemerken ist, dass der Kehlkopfseingang bei sehr starken, von wulstiger Schleimhaut überzogenen Aryknorpeln und nach hinten vorgewölbter Epiglottiswurzel fast vollkommen geschlossen erscheint, so dass vorbeigleitende Stoffe nur sehr schwer in den Kehlkopf gelangen könnten. Übrigens ist auch der Weg durch die Schlundfurchen weit und man vermag mühelos einen Finger hindurchzuführen, ohne dass das Gaumensegel aus seiner Lage zwischen Zungengrund und Epiglottiswurzel herausgebracht wird.

Castor fiber L.

Epiglottis breit, dreieckig, relativ sehr gross, umfasst einen bedeutenden Theil des Kehlkopfseinganges, so dass die Ligamenta ary-epiglottica nur sehr kurz sind. Sie deckt aber mit Leichtigkeit den ganzen Kehlkopfeingang. Gaumensegel sehr lang, reicht völlig bis zum Zungengrunde und liegt so fest hier an, dass man es durch Zug nicht über die Epiglottis hinweg bringen kann. Schlundfurchen relativ weit. Dieselben würden auch grösseren Bissen eine bequeme Passage bieten und den Kehlkopfseingang vollständig sichern.

Dicotyles torquatus Cuv.

Das Pekari besitzt die relativ grösste Epiglottis von allen untersuchten Thieren. Dieselbe ist herzförmig um den Kehlkopfseingang herumgebogen, welcher leicht von ihr vollständig gedeckt werden kann. Die Schlundfurchen sind eng. Lässt man jedoch einen Finger vom Munde zum Oesophagus passiren, so zeigt sich, dass die Epiglottis hauptsächlich von einer Seite herübergebogen wird und man so am leichtesten durchkommt. Das Gaumensegel ragt bis zum Zungengrunde zwischen Epiglottis und letzterem hinunter und trägt an seiner unteren (ventralen) Fläche einen breiten, schlaffen medianen Längswulst, dem von vorn ein stumpfer Kiel der Zungenwurzel entgegenkommt.

Ovis aries (steatopyga) L.

Eine Uvula fehlt. Die Plica pharyngo-palatina beginnt nicht am freien Rande des langen Velum, sondern etwa 8—10^{mm} höher aufwärts in der Mittellinie der unteren Fläche und läuft alsbald stumpf in die seitliche Pharynxwand aus. Sie umkreist genau den oberen Rand der sehr festen, starren Epiglottis, welche sich weit auf die dorsale Fläche des Velum hinauferstreckt und in einer Art Tasche des Gaumensegels liegt. Vom freien Rande des Velum geht jederseits nur eine ganz unbedeutende Falte zur hinteren Pharynxwand. Der Arcus glosso-palatinus ist klein und fliesst zusammen mit einer vom Boden der Mundhöhle aufsteigenden grösseren Falte, welche in die untere Fläche des Velum übergeht. Sehr eigenthümlich ist auch das Verhalten der den Kehlkopfseingang umgebenden Falten. Vorn ragt die grosse Epiglottis auf, ihr gegenüber springen die beiden Cartilagines arytaenoideae vor; zwischen diesen und der Epiglottis zeigen sich die stark entwickelten Plicae aryepiglotticae, welche von

den Seiten her sich wulstartig gegen den Kehlkopfseingang vorwölben, so dass letzterer gut geschützt ist. Die Bissen können kaum anders als zu den Seiten des Larynx vorbeigleiten.

Capra hircus (angorensis) L.

Ähnlich wie beim Tapir, s. w. u., erscheint die Epiglottis hakenförmig umgebogen; das Gaumensegel ruht zwischen ihr und der Zunge dem Grunde der letzteren auf. Nur sind die Plicae pharyngo-palatinae nicht so stark entwickelt und erstrecken sich nicht in die Schlundfurchen hinein, welche letztere ziemlich flach erscheinen.

Auchenia pacos Tschudi.

Dickes starkes Gaumensegel ohne jede Zäpfchenspur, fast bis zum Zungengrunde vor der Epiglottis herabragend. Deutliches Frenulum epiglottidis, deutliche Bifurcation des Speiseweges.

Tapirus indicus Desm.

Ein gut entwickelter Arcus glosso-palatinus, zwischen dessen palatiner Anheftung und dem freien Rande des Gaumensegels 5^{cm} Entfernung. Der freie Rand des Segels steht zwischen der hakenförmig nach oben zum Zungenrücken hin umgebogenen sehr unnachgiebigen Epiglottis und der Zungenwurzel. Besonders bemerkenswerth sind die Plicae-ary-epiglotticae. Dieselben gehen in die Sinus laryngo-pharyngei beiderseits als zwei sehr hohe (über 1^{cm}) blattartig zugeschärfte Falten hinab und vereinigen sich dann an der hinteren Pharynxwand bogenförmig mit einander im selben Niveau wie die Basis der Cartilagines arytaenoideae. Sie umkreisen somit den Aditus laryngis, welcher aus dem von ihnen begrenzten ovalen Raume in die dorsale (respiratorische) Abtheilung des Pharynx weit hineinragt. Jeder Sinus laryngopharyngeus wird durch sie der Länge nach in zwei Kammern zerlegt, eine grössere mediale, zwischen Kehlkopf und Falte befindliche, und eine kleinere laterale. Die grössere, mediale Abtheilung stellt die eigentliche Schlundfurche dar, und muss, wie aus der gesammten Configuration ohne Weiteres ersichtlich ist, vorzugsweise für die Passage von Flüssigkeiten und weicheren Bissen dienen, denn die hakenförmig umgebogene sehr starre Epiglottis gabelt nothwendig jeden hinabtretenden Flüssigkeitsstrom, bez. lenkt jeden kleineren weicheren Bissen seitlich ab.

Rhinoceros africanus Camp.

Hier zeigen sich genau dieselben Verhältnisse wie bei Tapirus indicus; nur mag noch bemerkt werden, was indessen auch für Tapirus gilt, dass der Zungenrücken in grosser Ausdehnung unter dem langen Velum palatinum kielförmig vorspringt und das auf diese Weise schon in der Mundhöhle und in der langen Isthmusregion zwei grosse Furchen gebildet werden, welche zwischen den enormen Plicae pharyngopalatinae und dem Kehlkopfe jederseits nach abwärts ziehen. Bewegt man die Zungenbeinhörner nach auf- und lateralwärts, so erweitern sich diese beiden Furchen, soweit sie noch im Bereiche der Zunge liegen, nach lateralwärts in hohem Grade.

Phocaena communis Less.

Ich fand die Verhältnisse, wie sie u. A. Rapp geschildert hat, vollkommen bestätigt. Nach meinem Dafürhalten ist es bei diesem Thier fast unmöglich, dass selbst ein fester Bissen anders als seitlich neben dem Kehlkopf her, der wie ein Schnabel weit in den Nasenrachenraum vorspringt, passiren kann. Es mag bemerkt werden, dass die Schlundfurchen hier zwei grosse, ausserordentlich ausdehnbare, nach den Seiten hin taschenförmig erweiterte Räume darstellen, in welche man selbst an dem untersuchten, geschrumpften Spiritusexemplare bequem drei bis vier Finger einzuführen vermochte. Bei einem zweiten noch ganz jugendlichen Exemplare zeigten sich genau dieselben Verhältnisse.

Manatus americanus Desm. (Männchen).

Manatus bildet eine vollständige Ausnahme von allem bisher besprochenen, insofern eine Epiglottis wie auch ein Velum nur sehr rudimentär entwickelt sind. Der Kehlkopfseingang ist durch die eng aneinanderliegenden beiden Schleimhautfalten, welche die Aryknorpel überziehen, linear geschlossen. Vor ihnen her zieht bogenförmig eine kurze Epiglottis, die sich dicht an dieselben anschmiegt und in der Mitte einen knopfförmigen Vorsprung trägt, der sich genau vor die Spalte zwischen den beiden Aryknorpelwülsten legt. Sonach ist der Kehlkopfseingang stets geschlossen (falls nicht gerade Luft eingezogen wird). Die Epiglottis ist so kurz, dass sie sich gar nicht deckelförmig über den Eingang des Kehlkopfs zu legen vermag, dabei aber so breit, wenigstens mit ihren seitlichen Falten, wie der Zungengrund und Kehlkopf selbst. Das Velum palatinum liegt mit seinem freien

Rande unmittelbar dem oberen Epiglottisrande auf. Ein Zäpfchen ist nicht vorhanden, auch kein Frenulum epiglottidis.

Man kann hier nicht von einer Bifurcation des Speiseweges sprechen, so dass letzterer rechts und links neben der Epiglottis vorbeiführte, sondern bei Manatus müssen selbst geringe Flüssigkeitsmengen geradewegs über den Kehlkopf hin zum Oesophagus gelangen. Da aber der Kehlkopfseingang in der angegebenen Weise fest geschlossen ist und dabei eine sanft nach hinten abgedachte Fläche darstellt, so ist dem Eindringen von Flüssigkeiten und festen Nahrungsbestandtheilen dennoch wirksam vorgebeugt.

Myrmecophaga jubata L.

Das Gaumensegel ist von einer ausserordentlichen Länge, über 15^{cm} und liegt ein grosser Theil des Zungengrundes unter ihm, wie in einer Röhre. Die Epiglottis ist der des Menschen einigermaassen ähnlich, nur ist sie an der Basis breiter und trägt an ihrem oberen Rande in der Mitte einen kleinen Aufsatz, der abermals die Epiglottisform wiederholt, gleichsam als wäre eine zweite, kleinere Epiglottis auf die grössere aufgepflanzt. Dieser Aufsatz überragt die Hauptepiglottis nur wenig, wird vielmehr erst deutlich von ihr getrennt durch zwei seitliche Einkerbungen. Am hinteren Rande springen von den Aryknorpeln zwei ohrförmig nach lateralwärts umgebogene, 1^{cm} lange Knorpelstückchen vor. Die Plicae ary-epiglotticae heften sich nach vorn sowohl an den hinteren Rand der Epiglottis, als auch an diese knorpelähnlichen Gebilde, die den Wrisbergischen Knorpeln entsprechen dürften. Nach hinten kommen dann die beiden Aryknorpel, die vollkommen geschlossen aneinanderliegen und nur eine lineare Spalte zwischen sich lassen. Die Plicae ary-epiglotticae sind sehr gross, dünn, an den freien Rändern gekerbt und vereinigen sich, noch weit vorspringend, bogenförmig am hinteren Umfange der beiden Aryknorpel. Sie bilden somit eine fast vollkommen geschlossene Tasche, in deren Hintergrunde die beiden Aryknorpel eingelagert sind, ähnlich wie die Glans clitoridis in ihrem Praeputialsacke. Dieser Vergleich kann um so mehr herangezogen werden, als auch die Form der beiden dicht zusammen gelagerten Aryknorpel der einer Glans clitoridis entspricht.

Dadurch, dass die beiden den Wrisbergischen Knorpeln verglichenen Gebilde[1] so stark zum Aditus laryngis vorspringen, wird

[1] Ob dieser Vergleich zulässig ist, vermag ich zur Zeit nicht mit Bestimmtheit zu sagen. OWEN, Comp. anat and phys. of Vertebrates, vol. III p. 586, spricht von

der letztere fast völlig in zwei Abschnitte zerlegt, einen vorderen und einen hinteren. Der vordere ist von der Epiglottis und jenen beiden Knorpelchen nahezu röhrenförmig umschlossen. Der hintere führt durch jene mit einem Praeputialsacke verglichene Tasche zu der linearen Spalte zwischen beiden Aryknorpeln. Die niedergedrückte Epiglottis reicht nur so weit, dass sie die vordere Abtheilung zu decken vermag. Legen sich aber die beiden Plicae ary-epiglotticae von den Seiten her aneinander, so decken sie vollständig die Aryknorpel. Das Velum palatinum ist so lang, dass es einmal bis zum Zungengrunde zwischen diesem und der Epiglottis hinunterreicht, dann sich aber dorsalwärts umschlägt, so hoch hinauf, dass der freie Rand den freien Epiglottisrand erreicht. In der Mitte springt eine kleine Spitze uvulaförmig hervor, genau entsprechend dem kleinen Epiglottisaufsatze, unter welchem sie liegt. Die Schlundfurchen sind eng, jedoch hinreichend weit genug, um die Nahrung des Ameisenfressers passiren zu lassen; sie gehen fast röhrenförmig zu beiden Seiten in zwei neben der Zunge gelegene Furchen über.

Makropus melanops.

Uvula fehlt; ein langes Velum palatinum ragt zwischen Zunge und Epiglottis bis auf den Zungengrund hinab. Nur mit Mühe lässt sich das Velum aus diesem Recessus glosso-epiglotticus herausheben. Die Plicae pharyngo-palatinae sind stark entwickelt; die Sinus pharyngo-laryngei sind sehr weit und tief und gleichen lateralwärts dreieckig zugespitzten tiefen Blindsäcken. Der Kehlkopf mit seiner langen Epiglottis ragt weit in den Nasenrachenraum vor. Eigenthümlich gestalten sich auch die Verhältnisse der vorderen Gaumenbögen. Einmal geht eine sehr deutliche Plica glossopalatina jederseits von der Basis der Papilla foliata aus an die untere (linguale) Fläche des Velum, inserirt jedoch sehr weit von dem hinteren freien Rande des letzteren entfernt. Ferner aber erhebt sich vom Boden der Mundschleimhaut am Seitenrande der Zunge eine zweite grössere Falte und inserirt noch vor dem Arcus glossopalatinus an die untere Fläche des Gaumensegels.

Zwischen den genannten beiden Falten bleibt eine weit zum Boden der Mundhöhle hin sich erstreckende tiefe, spaltförmige Nische. Ein Frenulum epiglottidis fehlt.

einem »small interarticular fibro-cartilage« ohne eine Deutung zu geben. Die bezüglichen Spezialabhandlungen von OWEN, MACALISTER und POUCHET habe ich nicht zu Rathe gezogen.

Petrogale xanthopus (Felsen-Känguruh).

Die Verhältnisse der Rachengegend sind denen von Makropus melanops sehr ähnlich. Das Velum palatinum reicht zwischen Uvula und Zungengrund so tief hinab, dass es kaum Platz hat und sich in Querfalten legt. Die Epiglottis ist sehr gross und schön ausgebildet. Der freie Rand des Gaumensegels, welcher in die Plica pharyngopalatina übergeht, ist blattartig zugeschärft, wie der freie Rand einer Zipfelklappe am Herzen. Keine Spur einer Uvula. Links und rechts neben der Epiglottis kann man mit Leichtigkeit eine Sonde von der Dicke eines Bleistifts durch die Schlundfurchen in den Pharynx einführen, ohne dass das Gaumensegel seine Stellung verlässt. Vorn zeigt sich eine doppelte Falte, eine als Plica glossopalatina vom Seitenrande der Zunge, eine zweite vom Boden der Mundhöhle aufsteigend.

Halten wir die von Rückert festgestellten Befunde mit den hier gegebenen zusammen, so ergiebt sich, dass bei einer grossen Reihe von Säugethieren aus allen Ordnungen Einrichtungen vorhanden sind, welche den hinab zu befördernden Speisen den Weg durch die Schlundfurchen gleichsam anweisen und ich stehe nicht an, mich der Meinung von v. Bruns und der genannten älteren Autoren anzuschliessen, dass dieser gegabelte Weg auch in der That, wenigstens für kleinere Bissen und insbesondere für Flüssigkeiten benutzt wird und dass darin eine natürliche, rein anatomische Schutzvorrichtung für den Kehlkopf gegeben ist.

Wo diese Einrichtungen fehlen, wie z. B. bei Manatus, zeigen sich andere Configurationen am Kehlkopfseingange, die den Ausgleich zu geben im Stande sind. Bei manchen Thieren finden sich sehr weite seitliche Aussackungen der Schlundfurchen, welche auch grösseren Stücken den Durchgang gestatten dürften.

Das entschiedenste Beispiel bieten, wie schon lange bekannt,[1] die Cetaceen, und hier ist die Bifurcation des Speisewegs auch schon den früheren Beobachtern, wie Rapp und Cuvier, als eine unmittelbare Folge der anatomischen Verhältnisse erschienen. So heisst es z. B. bei Letzterem, Leçons d'anatomie comparée, 2 édit. T. IV. 1 p. 609: »Le pharynx des cétacés offre une modification bien essentielle. Le

[1] Ray, Lond. Phil. Transact. 1671, T. VI. Tryson, On the anatomy of a Porpess, dissected at Gresham college 1680, J. Hunter, Lond. phil. Transact. 1787. — Vergl. a. H. Milne Edwards, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. T. II. p. 272.

larynx qui s'élève en pyramide au devant de son ouverture jusqu'à la hauteur des arrière-narines la partage en deux; et c'est de chaque côté de cette pyramide que passent les aliments.«

Ähnlich äussert sich bezüglich der Cetaceen auch JOH. MÜLLER[1], berücksichtigt indessen für die übrigen Säuger und den Menschen eine Gabelung des Nahrungsweges nicht.

RÜCKERT, a. a. O. S. 82, indem er die gleichlautende Ansicht RAPP's bespricht, möchte die Gabelung für flüssige und wenig consistente Gegenstände beim Delphin während des Schlingactes wohl zulassen, trägt aber hinsichtlich des Verschlingens ganzer Fische, wie sie der Delphin zu sich nimmt, einige Bedenken. »Ein solcher (Fisch), meint er, S. 83, könnte nur entweder rechts oder links am Kehlkopfe vorbei und es würde, da der Schlundkopf symmetrisch gebaut ist, von Zufälligkeiten abhängen, welchen von beiden Wegen er einschlägt.« »Man muss gestehen, fährt RÜCKERT fort, dass ein solcher Vorgang etwas widernatürlich erscheint, indess verzichten wir, in dieser Frage ein Urtheil abzugeben und wollen dieselbe nur angeregt haben.«

Ich muss bekennen, dass ich nichts Widernatürliches darin finden kann, ob ein grösserer Gegenstand bald rechts bald links vom Kehlkopfe vorbeigleitet; welche Seite er einschlägt, wird zum Theil von der Stellung abhängig sein, die er, (z. B. ein Fisch) im Augenblicke seines Eintrittes in den Isthmus faucium hat; anderntheils wird der Delphin auch mittels seiner Zunge die einzuschlagende Schlingrichtung bis zu einem gewissen Grade zu beeinflussen im Stande sein.

Wie RÜCKERT hervorhebt, ist die Stellung des Gaumensegels bei den Carnivoren, obgleich es auch hier, der Regel nach, zwischen Zungengrund und Epiglottis hinabragt, eine freiere und veränderlichere, als bei den übrigen untersuchten Säugethieren mit Ausnahme der Anthropoiden. Ich kann diese Angabe durchaus bestätigen, indem ich in einzelnen Fällen die Epiglottis auch unterhalb des Gaumensegels liegend fand, d. h. an dessen lingualer Fläche, in vielen anderen sie mit Leichtigkeit in diese Stellung zu bringen vermochte. Die Art der Nahrungsaufnahme seitens dieser Thiere, das rasche Verschlingen umfangreicher Bissen, wird offenbar dadurch sehr begünstigt und liegt für solche auch keine Gefahr des Eintritts in den Larynx vor. Flüssigkeiten nehmen diese Species, wie bekannt, nur in jeweiligen kleinen Mengen und langsam zu sich.

Die Anthropoiden und der Mensch zeigen die freiesten Verhältnisse und erscheint hier, wenn man ausschliesslich die anatomischen Einrichtungen in Erwägung nimmt, die Gefahr des »Verschluckens«

---

[1] Lehrbuch der Physiologie Bd. I. 4. Aufl. Coblenz 1844, S. 412.

am grössten. Dagegen ist bei ihnen, wie ich vorhin auf Grund der Untersuchungen von M. Fürbringer hervorhob, der Muskelapparat des Kehldeckels am ausgiebigsten entwickelt und kann derselbe offenbar compensatorisch eintreten, womit indessen nicht gesagt sein soll, dass darin seine Hauptwirkung zu suchen sei.

Schliesslich sei noch der ganz abweichenden Einrichtungen bei Ornithorhynchus, Cavia und Dasypus gedacht, bei denen Rückert eine Verwachsung des Velum palatinum an beiden Seiten der Epiglottis mit der Zungenwurzel auffand, so dass die Mundhöhle bis auf eine kleine mittlere Öffnung, welche durch die Epiglottis gedeckt wird, blindsackartig nach hinten geschlossen erscheint. Ähnlich muss es sich, der Schilderung und den Abbildungen John Morgan's[1] zufolge, bei Hydrochoerus capybara verhalten.

[1] On the anatomy of some of the Organs of Deglutition in the Capybara. Transact. of the Linnean Soc. of London. Vol. XVI P. III. London, 1833. p. 465.

Zur Theorie der Gattungen rationaler Functionen von mehreren Variabeln.

Von L. Kronecker.

Als ich vor nun fünfundzwanzig Jahren in die Akademie eintrat, hatte ich eben eine algebraische Frage zum Abschluss gebracht, deren Erledigung für die weitere Erforschung der Theorie der algebraischen Gleichungen nothwendig war. Ich habe darüber in der Gesammtsitzung vom 27. Juni 1861 eine ausführliche, im Monatsbericht (S. 609--617) abgedruckte, Mittheilung gemacht und dann in der Gesammtsitzung vom 24. October eine grössere Abhandlung über denselben Gegenstand vorgetragen, welche ich zwar nicht habe abdrucken lassen, deren hauptsächlichen Inhalt ich aber bald darauf in meinen Universitätsvorlesungen bekannt gegeben habe. An einer Veröffentlichung durch den Druck hat mich namentlich die Schwierigkeit gehindert, meine bezüglichen Entwickelungen, welche von einer rein arithmetischen Behandlung der algebraischen Grössen ausgingen, in der damals gebräuchlichen, aus analytisch-geometrischer Anschauungsweise hervorgegangenen algebraischen Terminologie auseinanderzusetzen.[1] Da ich aber nunmehr in meiner Festschrift zu Hrn. Kummer's Doctorjubiläum, in welcher ein grosser Theil meiner erwähnten, am 24. October 1861 vorgetragenen Abhandlung mit aufgenommen ist, die für eine arithmetische Theorie der algebraischen Grössen geeignete Terminologie eingeführt und die Theorie der Gattungen rationaler Functionen von mehreren Variabeln sowie der Divisorensysteme in ihren Elementen entwickelt habe, bin ich im Stande, den Inhalt

[1] Vergl. die Stelle in der Vorrede des »Traité des substitutions et des équations algébriques« von Hrn. C. Jordan (Paris, 1870) S. VIII, worin es heisst: »Nous devons à M. Kronecker la notion du groupe des équations de la division de ces dernières fonctions. Nous aurions desiré tirer un plus grand parti que nous ne l'avons fait des travaux de cet illustre auteur sur les équations. Diverses causes nous en ont empêché: la nature tout arithmétique de ses méthodes, si différentes de la nôtre; la difficulté de reconstituer intégralement une suite de démonstrations à peine indiquées; enfin l'espérance de voir grouper un jour en un corps de doctrine suivi et complet ces beaux théorèmes qui font maintenant l'envie et le désespoir des géomètres.«

meiner Mittheilung vom 27. Juni 1861 in übersichtlicher Weise darzulegen und vollständig zu begründen. Eine besondere Veranlassung dazu ist mir jetzt dadurch geworden, dass ich bei den Vorbereitungen für Universitätsvorlesungen, welche ich in diesem Winter über denselben Gegenstand halte, nicht nur mancherlei Verbesserungen meiner früheren Methoden, sondern auch einige neue Resultate erlangt habe, von denen ich eines gleich hier hervorheben will.

In meiner Mittheilung vom 27. Juni 1861[1] habe ich als das Wesentliche in der Theorie der Gleichungen fünften Grades bezeichnet, »dass es unter den zehnwerthigen rationalen Functionen von fünf Grössen: x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, welche bei allen cyklischen Permutationen von je drei dieser Grössen nur fünf Werthe annehmen, solche giebt, für welche die symmetrischen Functionen dieser fünf Werthe nur von zwei Functionen der Grössen x abhängen«, und ich habe bemerkt, dass dies schon aus den einfachsten Betrachtungen über die dort behandelten Functionen $f(x_k, x_{k+3}, x_{k+4}. x_{k+1}, x_{k+2})$ hervorgehe. Eben dasselbe Resultat lässt sich aber auch direct und unabhängig von der Theorie der Functionen f in der folgenden eleganten Weise herleiten.

Bezeichnet man die rationale Function:

$$\frac{(x_1 - x_2)(x_3 - x_4)}{(x_1 - x_3)(x_2 - x_4)}$$

mit $\Theta(x_1, x_2, x_3, x_4)$, so ist offenbar für jeden beliebigen Werth von r:

$$\Theta(x_1, x_2, x_3, x_4) = \Theta(x_1 + r, x_2 + r, x_3 + r, x_4 + r)$$

und auch:

$$\Theta(x_1, x_2, x_3, x_4) = \Theta\left(\frac{1}{x_1}, \frac{1}{x_2}, \frac{1}{x_3}, \frac{1}{x_4}\right).$$

Folglich besteht die Relation:

$$\Theta(x_1 . x_2, x_3, x_4) = \Theta(y_1, y_2, y_3, y_4),$$

wenn:

$$y_k = \frac{ax_k + b}{cx_k + d} \qquad (k = 1, 2, 3, 4)$$

ist und a, b, c, d beliebige Grössen bedeuten. Man kann also z. B. a, b, c, d so bestimmen, dass $y_2 = -1$, $y_3 = 0$, $y_4 = +1$ wird, indem man:

$$y_k = \frac{(x_k - x_3)(x_2 - x_4)}{(x_k - x_2)(x_3 - x_4) + (x_k - x_4)(x_3 - x_2)} \qquad (k = 1, 2, 3, 4)$$

setzt.

---

[1] Monatsbericht S. 613.

Nimmt man nun zu den Variabeln x_1, x_2, x_3, x_4 noch eine Variable x_0 hinzu, so sind offenbar die sämmtlichen Functionen:

$$\Theta(x_\alpha, x_\beta, x_\gamma, x_\delta),$$

welche entstehen, indem man für $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ je vier unter einander verschiedene von den Zahlen 0, 1, 2, 3, 4 setzt, nur Functionen der zwei Grössen y_0 und y_1 oder:

$$\frac{(x_0-x_3)(x_2-x_4)}{(x_0-x_2)(x_3-x_4)+(x_0-x_4)(x_3-x_2)};\quad \frac{(x_1-x_3)(x_2-x_4)}{(x_1-x_2)(x_3-x_4)+(x_1-x_4)(x_3-x_2)},$$

welche selbst rationale Functionen von x_0, x_1, x_2, x_3, x_4 sind. Die Coefficienten der Gleichung, welcher alle diese conjugirten Functionen Θ genügen, hängen also nur von zwei rationalen Functionen der fünf Grössen x ab.

Aus den Functionen Θ kann leicht eine solche gebildet werden, die bei allen cyklischen Permutationen von drei Grössen x fünf verschiedene Werthe annimmt, deren symmetrische Functionen nur von zwei Functionen der Grössen x abhängen. Solche fünf conjugirte Functionen von x_0, x_1, x_2, x_3, x_4 erhält man z. B., wenn man zu dem Product-Ausdrucke:

$$\left(\frac{x_1-x_4}{x_1-x_3}+\frac{x_2-x_4}{x_2-x_3}\right)\cdot\left(\frac{x_1-x_2}{x_1-x_4}+\frac{x_3-x_2}{x_3-x_4}\right)\cdot\left(\frac{x_1-x_3}{x_1-x_2}+\frac{x_4-x_3}{x_4-x_2}\right)$$

die vier übrigen conjugirten bildet. Diese fünf conjugirten Functionen sind offenbar solche, wie ich sie in dem obigen Citat aus meiner Mittheilung vom 27. Juni 1861 als existent hervorgehoben habe; sie genügen einer Gleichung fünften Grades, deren Coefficienten zweiwerthige rationale Functionen der fünf Grössen x sind und nur von zwei solchen Functionen abhängen, und sie entstehen — wie ich noch bemerken will — ganz einfach, indem die zweite Invariante je einer der Gleichungen vierten Grades, welche aus der Gleichung fünften Grades:

$$(x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)(x-x_4)=0$$

bei Adjunction je einer der Grössen x_0, x_1, x_2, x_3, x_4 hervorgehen, durch die Quadratwurzel aus der Discriminante dividirt wird.

(Fortsetzung folgt.)

Über den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus acusticus des Kaninchens.

Von Dr. B. Baginsky.

Die Gudden'sche Methode, dem Ursprunge der Nerven und den Verbindungen der centralen Theile mittels operativer Angriffe des Nervensystems neugeborener Thiere nachzugehen, hat in jüngster Zeit mit Vortheil auch für den Nervus acusticus Verwerthung gefunden. Vorher hatte die Untersuchung des Gehörnerven an Serienschnitten bloss zu unzuverlässigen Ergebnissen geführt, und man hatte etwa nur an den Ursprung des Acusticus aus dem vorderen, dem äusseren und dem inneren Acusticuskern glauben können. Dagegen hat von Monakow nachgewiesen, dass beim Kaninchen der äussere Acusticuskern in gar keinen Beziehungen zum Nervus acusticus steht. Und Forel und Onufrowicz haben nicht bloss dies bestätigen, sondern auch es für mehr als zweifelhaft erklären können, dass der innere Acusticuskern directe Connexionen mit dem Hörnerven hat. Nur das Tuberculum laterale (Stieda) oder den Nacken des Kleinhirnschenkels (Stilling) und den vorderen Acusticuskern fanden diese Forscher in enger Verbindung mit dem Acusticus, wahrscheinlich ausschliesslich mit der hinteren Wurzel desselben; die vordere Wurzel des Acusticus schien ihnen zu einem ventral vom Bindearm des Kleinhirns gelegenen Kern zu verlaufen. Weiter im Hirn haben sie die Bahnen des Acusticus nicht verfolgen können.

Immerhin waren es doch nur spärliche Ergebnisse, welche hier die Gudden'sche Methode soweit geliefert hatte. Die Schuld schienen die besonderen Schwierigkeiten zu tragen, welche die isolirte Zerstörung des Acusticus am neugeborenen Thiere sowohl wegen der versteckten Lage des Nerven, wie wegen der Nachbarschaft des Gehirns und anderer Nerven geboten hatte: Schwierigkeiten, welche infolge des raschen Todes der Thiere oder der schweren Nebenverletzungen die Methode für diesen Fall sogar als unbrauchbar hatten erklären lassen. Diese Schwierigkeiten habe ich durch eine andere Operationsmethode beseitigen können. Geht man nicht durch den

äusseren Gehörgang, sondern von der Schädelbasis her dicht am Kieferwinkel durch das Trommelfell in die Paukenhöhle ein, so kann man das Gehörorgan ohne Nebenverletzungen ausbohren, und man gewinnt Thiere, welche bei im übrigen ungestörter Gesundheit, ohne Verdrehung des Kopfes, ohne jede Störung in den Bewegungen, lange am Leben bleiben und sich normal entwickeln.

An drei solchen Kaninchen, welche rechtsseitig operirt und nach sieben bis acht Wochen getödtet waren, habe ich die folgenden Ergebnisse erhalten. Die Gehörorgane waren nach Conservirung in Flemming'scher Flüssigkeit in Serienschnitte zerlegt. Die Gehirne waren in Müller'scher Flüssigkeit erhärtet und in frontaler Richtung geschnitten, die einzelnen Schnitte waren nach Weigert mit Haematoxylin gefärbt.

Die Gehörschnecke war vollständig zerstört. Ihre Windungen, deren Contouren sich meist noch erkennen liessen, waren von einem feinen Bindegewebe erfüllt, in dessen Maschen sich hier und da vereinzelte atrophische Nervenfasern und schollige Elemente des Ganglion spirale fanden. An der Basis der Schnecke zeigte sich der Nervus cochleae beim Eintritt in den Modiolus hochgradig atrophisch. Sacculus, Utriculus und die Ampullen waren überall unversehrt, ebenso der Nervus vestibularis mit seinem Ganglion.

Die vordere Acusticuswurzel war stets unverändert. Dagegen war die hintere Wurzel, und zwar sowohl ihre Fasern wie die zwischen diesen befindlichen Ganglienzellen, fast völlig atrophisch. Das Tuberculum laterale (Stieda) war so verschmälert, dass die Verkleinerung desselben schon bei der makroskopischen Betrachtung der Querschnitte sich deutlich erkennen liess.

Der äussere oder Deiters'sche Acusticuskern war auf beiden Seiten vollständig intact, ebenso auf der linken Seite der innere und der vordere Acusticuskern. Am inneren Acusticuskern der rechten Seite bestand ein ganz geringer Schwund der den Kern durchsetzenden feinen Nervenfasern. Der vordere Acusticuskern der rechten Seite war fast ganz atrophisch.

Im Tuberculum laterale verschwand, wie es den Angaben von Stieda entspricht, ein Theil der Fasern der hinteren Wurzel. Der andere Theil der atrophischen Fasern folgte der Krümmung des Tuberculum, legte sich an die laterale Seite des Corpus restiforme an, umkreiste dasselbe dorsalwärts und schien sich in ein feines, sehr verzweigtes Fasernetz aufzulösen, welches, die innere Abtheilung des Kleinhirnstiels zum Theil durchflechtend, medialwärts von demselben der Raphe zustrebt und in die Fibrae arcuatae übergeht. Dieses feine Fasernetz zeigte auf allen Schnitten in der Höhe der hinteren Wurzel einen erheblichen Faserschwund und Atrophie.

Auf der dorsalen Seite des Corpus restiforme gesellte sich zu dem vorbeschriebenen Faserzug hinzu und mischte sich mit ihm ein anderer Faserzug, der auf allen Schnitten rechterseits in der Höhe der hinteren Wurzel einen deutlichen Faserschwund zeigte; — wahrscheinlich die Striae medullares. Auch am Corpus trapezoides und der oberen Olive der operirten Seite war ein mässiger Faserschwund, bez. eine mässige Verkleinerung zu constatiren. Am Corpus restiforme, Pons, Cerebellum, Bindearm, hinteren Längsbündel boten sich merkliche Veränderungen nirgends dar.

Weiter in der Richtung zum Grosshirn traten Veränderungen erst dort wieder klar hervor, wo die untere Schleife in den hinteren Vierhügel einstrahlt. Hier ergab sich ein erheblicher Schwund von Fasern der unteren Schleife auf der linken, also der der Operationsstelle entgegengesetzten Seite und nur auf dieser Seite. Je weiter aufwärts, desto beträchtlicher war die Degeneration. Auf derselben Seite zeigte sich auch Atrophie im Arm des hinteren Vierhügels und war der hintere Vierhügel selbst, wenn auch nicht bedeutend, so doch sichtlich kleiner. Am linken Corpus geniculatum internum war ein Faserschwund deutlich; auch schien bei unveränderten Ganglienzellen die gelatinöse Substanz verändert und geschrumpft zu sein. Am Thalamus, Corpus geniculatum externum und Grosshirn machten sich Veränderungen nicht bemerklich.

Demnach steht beim Kaninchen die hintere Acusticuswurzel mit der Schnecke allein in Verbindung und entspringt von dem Tuberculum laterale (Stieda) und dem vorderen Acusticuskern der gleichen Seite. Von hier aus verläuft ein Nebenfaserzug durch das Corpus trapezoides zur oberen Olive der gleichen Seite. Der Hauptfaserzug verläuft in der Richtung zum Grosshirn hin durch die untere Schleife der entgegengesetzten Seite zu dem hinteren Vierhügel und dem Corpus geniculatum internum eben dieser Seite. Die der directen Beobachtung sich entziehende Kreuzung der letzteren Fasern muss in der Medulla oblongata oder im Pons stattfinden und eine vollständige sein.

Nimmt man dazu, dass v. Monakow infolge seiner Exstirpationen am Schläfenlappen neugeborener Kaninchen die zugehörigen Stabkranzbündel, deren Fortsetzung in die innere Kapsel und das Corpus geniculatum internum der gleichen Seite atrophisch gefunden hat, so ist die Verbindung zwischen dem Grosshirn und dem Nervus cochleae aufgehellt und für das Ergebniss des physiologischen Experiments (H. Munk) das anatomische Substrat gefunden. Auch zeigt sich eine bemerkenswerthe Analogie im Verhalten der optischen und acustischen Bahnen, insofern einerseits Exstirpation der Sehsphaere vollständige

Atrophie des Corpus geniculatum externum, Exstirpation der Hörsphaere vollständige Atrophie des Corpus geniculatum internum zur Folge hat (v. Monakow), andererseits Zerstörung des Auges nur eine geringe, auf die gelatinöse Substanz und die Nervenfasern beschränkte Atrophie des Corpus geniculatum externum, Zerstörung der Schnecke eine entsprechende Atrophie des Corpus geniculatum internum nach sich zieht. Es schliessen sich die Vierhügel an, der vordere Vierhügel den optischen Bahnen, der hintere den acustischen Bahnen zugehörig.

Bei den misslungenen Versuchen waren die operirten Thiere in ihrer Entwickelung erheblich zurückgeblieben und hatten Kopfverdrehung oder andere Bewegungsstörungen (Drehungen, Ataxien) gezeigt. Hier fand sich ausser Veränderungen in der Schnecke, Atrophie der hinteren Acusticuswurzel und Atrophie der Facialiswurzel. Besonders interessant war ein Fall, bei dem während des Lebens Kopfverdrehung bestand und die anatomische Untersuchung eine vollständige Atrophie des Facialis bis zum Kern und centralwärts darüber hinaus ergab, während beide Gehörlabyrinthe gar nicht alterirt und beide Wurzeln der Acustici intact und normal waren.

Die Untersuchung ist im physiologischen Laboratorium der Thierarzneischule ausgeführt.

Ausgegeben am 4. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

4. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Werner Siemens las über die Erhaltung der Kraft im Luftmeere der Erde.

Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Am 22. December v. J. ist in Hyères das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe, Hr. Louis-René Tulasne, und am 11. Februar in Upsala das Ehrenmitglied der Akademie, Hr. Carl Johan Malmsten, gestorben.

Über die Erhaltung der Kraft im Luftmeere der Erde.

Von Werner Siemens.

In meiner Mittheilung an die Akademie »Über die Zulässigkeit der Annahme eines elektrischen Sonnenpotentials und dessen Bedeutung zur Erklärung terrestrischer Phaenomene«[1] versuchte ich einige noch räthselhafte meteorologische Erscheinungen auf Störungen des mechanischen Gleichgewichtes der Atmosphaere zurückzuführen. Ein weiteres Eingehen auf diese interessanten Fragen hat mir gezeigt, dass die consequente Anwendung des Grundsatzes der Erhaltung der Kraft im Luftmeere in noch viel höherem Maasse zu ihrer Klärung führt, als ich es früher erkannte.

Die Abhängigkeit der meteorologischen Erscheinungen von einander ist in den letzten Decennien von den Meteorologen sehr eingehend studirt. Es liegt darüber ein fast unübersehbares Beobachtungs-Material vor, auf welches viele geistreiche Theorien aufgebaut sind. Diese knüpfen aber meist an secundäre Erscheinungen an und ruhen daher auf einer engen Grundlage. Es will sogar scheinen, als wenn die moderne Meteorologie über diesen Specialstudien die Erforschung der ersten Ursachen der beobachteten Erscheinungen etwas vernachlässigt hätte. Dove suchte in seiner Theorie der Winde und Stürme ihre Ursache doch noch ganz in dem aufsteigenden Luftstrome der heissen Zone, der über derselben einen höheren Luftring bilde, welcher nach den Polen hin abströmen müsste, und erklärte die vielfach in Richtung und Stärke wechselnden Winde durch den Kampf dieses Aequatorialstroms mit den aus den polaren Regionen zum Aequator zurückströmenden Luftmassen. Wenn auch für diesen Kampf durch Aufeinanderstossen entgegengesetzt gerichteter Luftströme kein rechter Grund zu finden und bei der ziemlichen Gleichmässigkeit des mittleren Luftdruckes der ganzen Atmosphaere nicht recht zu ersehen war, warum sich die Luft aus den polaren Regionen mit solcher Energie

Sitzungsberichte vom 31. März 1883.

zu dem im Vergleich mit der Höhe der Atmosphaere so weit entfernten Aequator hin bewegte, so war diese Erklärung doch immer noch befriedigender, als die jetzt gebräuchliche, fast ausschliessliche Zurückführung der Bewegungserscheinungen im Luftmeere der höheren Breiten auf Minima und Maxima des Luftdruckes, von denen man wirklich nicht zu sagen weiss, woher sie kommen und wohin sie gehen. Erst wenn man weiss, wo die Kräfte ihren Sitz und Angriffspunkt haben, welche in oft gar nicht ersichtlicher Weise die gewaltige Energie in den Maximis und Minimis ansammeln, welche dann ihrerseits die Stürme und Wirbelwinde erzeugen sollen, können diese Erklärungen der Richtung und Stärke der Winde als wissenschaftlich begründet angesehen werden.

Es soll in den folgenden Blättern versucht werden, an der Hand der Lehre von der Erhaltung der Kraft zur Ausfüllung dieser Lücken beizutragen.

Es herrscht wohl darüber allgemein Einverständniss, dass alles Leben und alle Bewegung auf der Erde der Sonnenstrahlung entstammt. Ohne Wärmezufuhr durch Sonnenstrahlung würde auch das Luftmeer bewegungslos sein oder vielmehr ohne eigene relative Ortsveränderung und Temperatur der Erdrotation folgen, wenn von der Sternenstrahlung und der Eigenwärme der Erde abgesehen wird. Die Erdrotation würde der bei der Temperatur des Weltraums noch als gasförmig und dem Mariotte'schen Gesetze unterworfen angenommenen Atmosphaere die Niveauflächen des Rotations-Ellipsoids geben, kann aber niemals eine andauernde Luftcirculation hervorrufen, wie man vielfach noch annimmt. Da die mittleren Temperatur- und Bewegungsverhältnisse der Atmosphaere sich in absehbaren Zeiten ebenso wenig ändern, wie die Erdrotation selbst, so muss in der Erdatmosphaere ein constantes Quantum Sonnenenergie in Form von freier und latenter Wärme, lebendiger Kraft bewegter Luftmassen oder als locale Druckansammlung aufgespeichert sein. Dem entsprechend muss die Wärmezufuhr durch Sonnen- und Sternenstrahlung dem Wärmeverluste durch Ausstrahlung in den Weltraum gleich sein. Die Wärmezufuhr findet zum Theil direct an die Atmosphaere durch Absorption hindurchgehender Strahlen, zum grösseren Theile aber durch Erwärmung der Erdoberfläche statt und wird daher vorzugsweise zur Erwärmung der unteren Luftschichten und zur Wasserverdampfung verwandt. Der Wärmeverlust durch Ausstrahlung in's Weltall geht ebenfalls vorzugsweise von der festen und flüssigen Erdoberfläche aus und nur zum geringeren Theile direct von der Luftmasse. Es sind hierbei zwei wichtige Punkte in's Auge zu fassen. Während die als von einem Punkte ausgehend zu betrachtende Sonneneinstrahlung vorzugsweise den niederen Breiten

zugeht, ist die nach allen Orten des Himmelsraumes gerichtete Ausstrahlung unabhängig von der geographischen Breite und nur abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen den ausstrahlenden Theilen der Erdoberfläche und der des Weltraumes. Da die den Weltraum scheinbar erwärmende Sternenstrahlung für alle Theile der Erdoberfläche sich ebenso verhält, wie die Ausstrahlung, so kann sie vernachlässigt werden und es ist dann als Temperatur des Weltraumes der absolute Nullpunkt anzunehmen. Es ist ferner bei der Ausstrahlung zu beachten, dass der directe Ausstrahlungsverlust der höheren dünneren Luftschichten grösser sein muss, wie der der tieferen, weil die Ausstrahlung in die Leere grösser ist als die in lufterfüllte Räume.

Dies vorausgesetzt, lassen sich für das Gleichgewicht im Luftmeere die folgenden Bedingungen aufstellen:

1. Der Gleichgewichtszustand der ruhenden Atmosphaere ist der indifferente, die zugehörige Temperaturcurve die adiabatische. Das heisst also die Versetzung einer Luftmasse aus einer Höhenlage in eine andere ist, abgesehen von Reibungsverlusten, weder mit Arbeitsleistung noch Arbeitsaufwand verknüpft.
2. Durch Erwärmung der der Erdoberfläche näher liegenden Luftmassen durch Sonnenstrahlung über die ihr zukommende adiabatische Temperatur hinaus, sowie durch Abkühlung durch verstärkte Ausstrahlung der höchsten Luftschichten unter dieselbe, wird eine Störung des indifferenten Gleichgewichtes der Atmosphaere erzeugt, die einer localen Arbeitsansammlung entspricht. Die zur Wasserverdampfung verwandte Wärme vermehrt diese Gleichgewichtsstörung im gleichen Sinne und Verhältnisse, da der Wasserdampf ein geringeres specifisches Gewicht hat wie die Luft, und da die latente Wärme des durch die adiabatische Abkühlung der Luft beim Aufsteigen condensirten Dampfes zur Erwärmung und Ausdehnung der Luft verwandt wird.
3. Die in der Störung des indifferenten Gleichgewichtes der Atmosphaere durch Überhitzung der unteren und Überkühlung der oberen Luftschichten angesammelte Energie muss sich durch auf- und niedergehende Luftströmungen ausgleichen. Dem zweiten Clausius'schen Lehrsatze der mechanischen Wärmetheorie entsprechend, geht der Wärme-Überschuss der sich arbeitend ausdehnenden Luft dabei zum grösseren Theile in lebendige Kraft bewegter Luft über, zum geringeren verbreitet er sich auf grössere und relativ kältere Luftmassen. Der beschleunigt aufsteigende Luftstrom muss daher bis zur

grössten Verdünnung einen positiven, der absteigende einen negativen Wärme-Überschuss über die der Höhenlage entsprechende adiabatische Temperatur beibehalten.

4. Die in den beschleunigt auf- und niedergehenden Luftströmen angesammelte lebendige Kraft kann nur dadurch wieder vernichtet werden, dass sie entweder durch innere oder äussere Reibung oder durch locale Druckvermehrung wieder in Wärme übergeführt wird.
5. Die in der Rotation des Luftmeeres um die Erdaxe angesammelte mechanische Energie muss eine Constante sein und im relativen Ruhezustande überall der Rotationsgeschwindigkeit des Theiles der Erdoberfläche entsprechen, auf dem sie ruht. Da durch aequatoriale und polare Luftströmungen ein fortwährender Wechsel des geographischen Ortes der Luftmassen stattfindet, so muss die Rotationsgeschwindigkeit der gesammten Atmosphaere in niederen Breiten hinter der Rotationsgeschwindigkeit der Erdoberfläche zurückbleiben, in höheren dagegen ihr voreilen. Die Grösse der Reibung mit dem Erdboden, welche diese Geschwindigkeitsdifferenzen vermindert, muss dabei in den aequatorialen Breiten ebenso gross sein wie in den polaren, damit die Constanz der mittleren Rotationsgeschwindigkeit des ganzen Luftmeeres aufrecht erhalten bleibt. Der Geschwindigkeitsverlust durch Reibung beeinflusst daher nur die örtliche Grösse der Geschwindigkeitsdifferenz.
6. An der Grenzfläche von Luftströmen verschiedener Geschwindigkeit findet eine fortlaufende Mischung benachbarter, mit verschiedener Geschwindigkeit behafteter Lufttheile statt. Durch diesen der Reibung analogen Vorgang, tritt eine der Geschwindigkeitsdifferenz proportionale Verzögerung des schneller und Beschleunigung des langsamer fliessenden Stromes ein. Es folgt daraus an der Bewegungsgrenze eine Druckvermehrung im schnelleren und eine Druckverminderung im langsameren Luftstrome.

Von diesen Grundsätzen bedürfen wohl nur die beiden letzten einer besonderen Erörterung.

Denkt man sich das ganze Luftmeer in relativer Ruhe und vernachlässigt man seine, im Vergleich mit dem Erdradius geringe Höhe, so würde seine lebendige Kraft

$$= \frac{4 r^4 \pi^3 q}{T^2} \int_{\pi}^{+\frac{\pi}{3^{2}}} \cos \alpha \, d\alpha = \frac{16}{3} \frac{r^4 \pi^3 q}{T^2}$$

sein, wenn K die Summe der lebendigen Kraft, q das Gewicht der auf der Oberflächeneinheit ruhenden Luft, T die Umdrehungszeit der Erde in Secunden und α der Breitenwinkel ist. Es ergiebt sich hieraus für die mittlere Geschwindigkeit der Luft, welche dieser Grösse der lebendigen Kraft entspricht,

$$C = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \frac{2r\pi}{T} = 379^{\text{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Es ist dies die dem 35. Breitengrade entsprechende Geschwindigkeit.

Denkt man sich das ganze Luftmeer nun plötzlich innig gemischt, derart, dass jedes Theilchen die obige mittlere Geschwindigkeit angenommen hätte, so müsste die Luft vom Aequator bis zum 35. Breitengrade langsamer rotiren, wie die Erdoberfläche, in höheren Breiten dagegen schneller. Unter dem Aequator selbst wäre diese Geschwindigkeitsdifferenz 84^{m} in der Richtung von Ost nach West, unter dem 45. Breitengrade 59^{m} und unter dem 54. Breitengrade 107^{m} in der Richtung von West nach Ost. Durch die Reibung mit der Erdoberfläche würde diese Geschwindigkeitsdifferenz allmählich wieder vernichtet werden, wenn keine Luftströmungen in der Richtung vom Aequator nach den Polen und umgekehrt stattfänden. Da diese Strömungen jedoch immer stattfinden, so muss ein Gleichgewichtszustand eintreten, bei welchem die Mischung der schneller rotirenden aequatorialen mit der langsamer rotirenden polaren Luft so weit hergestellt wird, dass die beschleunigende Reibung der aequatorialen Zone bis zum 35. Grade nördlicher und südlicher Breite der verzögernden Reibung der übrigen Erdoberfläche gleich ist. Es müssen im ganzen Luftmeere der aequatorialen Zone daher Ostwinde, in den nördlich und südlich vom 35. Grade liegenden Regionen Westwinde überwiegend sein und zwar muss das Überwiegen der Westwinde mit der Breite zunehmen.[1]

[1] Leider ist mir erst vor einigen Tagen das neu erschienene Lehrbuch von Dr. A. SPRUNG zur Hand gekommen, aus welchem ich entnommen habe, dass bereits FERREL aus ähnlichen Beobachtungen den 35. Breitengrad als denjenigen bezeichnet hat, über welchem die gesammte Luftströmung eine meridionale Richtung haben müsste. Seiner Ansicht, dass durch die verzögernde Reibung der Luft an der Erdoberfläche die Lage dieser Zone allgemein nach dem Aequator hin verschoben würde, kann ich aber nicht beipflichten. Die Reibung an der Erdoberfläche kann meiner Ansicht nach nur die Grösse der Geschwindigkeitsdifferenz, namentlich des unteren aequatorial gerichteten Luftstromes, vermindern, aber nicht den Ort, wo diese Differenz zwischen Luft- und Erdgeschwindigkeit gleich Null wird. Der Verfasser dieses sehr bemerkenswerthen Werkes ist offenbar überall bestrebt gewesen, den meteorologischen Erscheinungen eine mechanisch-physikalische Grundlage zu geben und ist daher auch häufig zu ähnlichen Anschauungen gekommen, wie sie hier vertreten werden. Es ist mir aber leider nicht mehr möglich gewesen, die in sehr wesentlichen Punkten obwaltenden Differenzen besonders zu erörtern.

Es möge nun zunächst der hypothetische Fall betrachtet werden, dass die Erde eine ebene feste Kugel mit homogener Oberfläche und der Wassergehalt der Atmosphaere verschwindend klein wäre. Es würden denn das indifferente Gleichgewicht und die adiabatische Temperatur der verschiedenen Höhenschichten der Atmosphaere nur noch durch die Luftströmungen beeinflusst werden, welche durch die verschiedene Erwärmung der Luft durch Sonnenstrahlung und verschiedene Abkühlung derselben durch Ausstrahlung hervorgerufen werden. Die Erwärmung der Luft und zwar vorzugsweise der unteren Luftschichten ist bei Weitem am grössten in der aequatorialen Zone und nimmt von da annähernd mit dem Cosinus der Breite ab. Es muss daher auch die Umwandlung von Sonnenenergie in lebendige Kraft bewegter Luft am Aequator am stärksten sein und nach den Polen hin abnehmen. Diese Umwandlung geschieht im aufsteigenden Strome (courant ascendant). Wenn man einstweilen auch von der Verschiebung der heissen Zone durch den Wechsel der Jahreszeiten absieht, so sind in ihr die Bedingungen für einen allgemeinen und continuirlichen Aufstrom der Luft vorhanden. In der That strömt auch continuirlich in den unteren Passatwinden Luft aus mehr polar gelegenen Regionen dem Aequator zu. Dieser Luftstrom muss hier eine geringere Rotationsgeschwindigkeit haben, als die unter ihr befindliche Erdoberfläche, also von Ost nach West gerichtet sein, aus dem schon erwähnten Grunde der Erhaltung der mittleren Rotationsgeschwindigkeit des Luftmeeres. Da die nördliche und südliche Componente der beiden unteren als gleich stark angenommenen Passatströmungen bei der Annäherung an den Aequator sich gegenseitig aufheben, so verstärkt ihre lebendige Kraft den Auftrieb der Luft. Es muss also eine Aufwärtsbewegung der ganzen Luftmasse der heissen Zone in aufsteigenden Spiralen, die der Erdrotation entgegengerichtet sind, stattfinden. Nur über dem Aequator selbst muss ein Luftring übrig bleiben, der an der aufsteigenden Bewegung nicht Theil nehmen kann, und an dessen nördlicher und südlicher Oberfläche die spiralförmig aufsteigenden Passatströme hinaufgleiten. Durch Mitführung der Grenzschichten der relativ ruhenden aequatorialen Luftmasse müssen sich in derselben regelmässig verlaufende Wirbel erzeugen, welche der Mitte dieser Luftmasse eine entgegengesetzte, also der Erdrotation gleichgerichtete Geschwindigkeit geben. Es ist dies die Region der Kalmen. Die der Erdoberfläche zunächst liegenden, also auch am meisten erwärmten Theile der Passatströme vereinigen sich über dem sich keilförmig nach oben verengenden Kalmenringe und bilden den mittleren Theil des mächtigen aequatorialen Aufstromes. Die Geschwindigkeit des Aufstromes dieser Luftmassen muss sich der durch

die Druckverminderung bewirkten Verdünnung der Luft beim Aufstrom proportional vergrössern, da durch jeden horizontalen Schnitt in der Zeiteinheit gleichviel Luftmasse gehen muss; und die so erlangte lebendige Kraft muss die aufströmende Luft so hoch über die obere Grenze der Atmosphaere hinaustreiben, bis die durch den Druck umgebender Luftschichten nicht mehr aequilibrirte Schwerkraft die verticale Geschwindigkeitscomponente vernichtet hat. Es bildet sich so über der Mitte der heissen Zone der von Dove geschilderte, offenbar den Sonnenprotuberanzen und Fackeln analoge, aequatoriale Luftring, welcher continuirlich nach den Polen hin abströmen muss. Dieses Abströmen geschieht durch den beschleunigenden Druck der durch die im Auftriebe gewonnene Geschwindigkeit über das Druckgleichgewicht hinausgetriebenen Luftmassen, die Geschwindigkeit, welche dieser den polwärts strömenden höchst verdünnten Luftmassen ertheilt, muss daher der im Auftriebe erhaltenen maximalen Geschwindigkeit aequivalent sein. Es können aber nur die dem Aequator nächsten, mittleren Schichten des ausgedehnten Gebietes des aequatorialen Aufstromes die verticale Richtung bis zur Vernichtung der senkrechten Componente ihrer lebendigen Kraft durch die Gravitation beibehalten. Es folgt dies schon aus der Betrachtung, dass überall im Luftmeere der Erde die Quantitäten der polwärts und der zum Aequator fliessenden Luftmassen für jeden Breitenkreis gleich sein müssen, wenn keine localen Druckdifferenzen entstehen sollen. Die Bahnen der beschleunigt aufsteigenden Luftmassen der heissen Zone müssen daher um so früher schon polwärts abgelenkt werden, je grösser ihr Abstand vom Aequator ist. Verfolgt man diese verschiedenen Strombahnen, so ergiebt sich, dass die dem Erdboden nächstliegenden Schichten der zum Aequator strömenden Luftmassen, welche auch durch die Sonnenstrahlung am meisten überhitzt sind, in der Nähe des Aequators in senkrechten Bahnen bis zur grössten Höhe aufströmen und von hier mit grösster Geschwindigkeit den Polen zugetrieben werden, dass die höher liegenden Schichten der Passatströmungen nicht die grössten Höhen der Atmosphaere erreichen und um so früher in polarer Richtung vom Aequator fortgetrieben werden, je grösser ihr Abstand von demselben und je grösser gleichzeitig ihre ursprüngliche Höhe über der Erdoberfläche ist.

Es wird sich daher das Bild der Luftströmungen in der heissen Zone so gestalten: Der an der Erdoberfläche durch Reibung mit dem Erdboden verlangsamte untere Passatstrom nimmt mit der Höhe über dem Boden an Geschwindigkeit zu. Dann kommt in unbekannter Höhe ein durch horizontale Luftwirbel ausgefüllter Zwischenraum zwischen dem oberen und unteren Passat. Darüber herrscht die polar

gerichtete Strömung bis zur grössten Atmosphaerenhöhe hinauf und zwar nimmt die Geschwindigkeit dieser Strömung in schneller Progression mit der Höhe zu.

Es ist hierbei in Betracht zu ziehen, dass auf- und niedergehende Luftmassen ihre örtliche Rotationsgeschwindigkeit beibehalten, und dass mit zunehmender Breite das Strombett des polar gerichteten Stromes sich verengt, das des aequatorial gerichteten dagegen sich erweitert. In Folge des Beharrungsvermögens der strömenden Luftmassen wird daher eine stetige Druckvermehrung im polar gerichteten und eine Druckverminderung im aequatorial gerichteten Strome eintreten. Durch diese combinirte Wirkung muss eine mit dem Cosinus der Breite zunehmende allgemeine Rückströmung des oberen, polar gerichteten, in den unteren, aequatorial gerichteten Luftstrom stattfinden. Der partielle Übergang des oberen Stromes zum unteren wird hierbei durch die beide Stromgebiete trennenden horizontalen Luftwirbel ohne wesentlichen Verlust an lebendiger Kraft vermittelt. Wenn keine Erdrotation vorhanden wäre, so würde sich diese Rückströmung bis zu den Polen hin voraussichtlich ohne wesentliche Störungen vollziehen. Der Verlust an lebendiger Kraft durch innere Reibung kann für die höchsten Luftschichten ihrer grossen Dimension wegen nur gering sein. Diese würden daher mit wenig verminderter Geschwindigkeit den polaren Regionen von allen Seiten zuströmen, dort eine Anstauung bewirken und zum Erdboden niedersinken, um von hier als Polarstrom zum Aequator zurückzukehren. Derselbe Vorgang würde partiell in allen Breiten stattfinden und das Endresultat wäre ein die ganze Atmosphaere umfassendes System von in meridionalen Ebenen verlaufenden Luftwirbeln, in denen die durch den Auftrieb in niederen Breiten gewonnene lebendige Kraft durch Reibung mit dem Erdboden und die dieselbe den höheren Luftschichten zuführende innere Reibung wieder vernichtet, bez. in Wärme übergeführt wird.

Durch die Rotation der Erde wird dies Strömungsbild nun sehr wesentlich verändert. In Folge der continuirlichen Überführung von Luft aus niederen Breiten in höhere und umgekehrt muss das Luftmeer eine mittlere Rotationsgeschwindigkeit annehmen, so dass die in der Gesammtrotation desselben angesammelte lebendige Kraft erhalten bleibt. Wie schon nachgewiesen ist, entspricht diese mittlere Rotationsgeschwindigkeit der des 35. Breitengrades. Es müssen also alle Strombahnen im Luftmeere verschoben werden. Zwischen dem 35. nördlichen und südlichen Breitengrade muss sowohl der obere wie der untere Strom hinter der Erdrotation zurückbleiben, also nach Westen gerichtet sein, während zwischen den 35. Graden und den Polen eine mit der Breite schnell zunehmende, der Erdrotation vor-

eilende, östlich gerichtete Geschwindigkeit in beiden Strömen obwalten muss. Der Rücklauf des oberen, polar gerichteten Stromes zum Aequator vollzieht sich daher vor Überschreitung des 35. Breitengrades in westlich gerichteten Bahnen als Verstärkung des unteren Passats, und es müssen auch die den oberen vom unteren Strome trennenden Wirbelbewegungen diese Bewegungsfigur annehmen.

Viel complicirter gestalten sich die Luftbewegungen nach Überschreitung des 35. Grades. Während der obere, hier ganz polar gerichtete Luftstrom seine östliche Geschwindigkeit von etwa 380^{m} im Wesentlichen beibehalten wird, da die Verzögerung derselben durch innere Reibung in den höchsten Luftregionen nur gering sein kann, wird der zurückkehrende untere Strom durch die Reibung mit dem Erdboden sehr wesentlich verzögert und zwar um so mehr, je länger sein unterer Lauf ist. Dasselbe gilt von der meridionalen Geschwindigkeit, die in den höchsten Luftschichten nur wenig, in den unteren bedeutend durch Reibung vermindert wird.

Wenn nun bei wachsenden Breiten das obere Strombett sich derart verengt hat, dass eine Anstauung eintritt, so bewirkt die daraus resultirende locale Druckvermehrung zugleich eine Störung in der Zustandscurve des indifferenten Gleichgewichtes der Atmosphaere. Der zuströmende Luftüberschuss muss daher zunächst dazu verwandt werden die tieferen Luftschichten derart zu verdichten, dass die Gleichgewichtscurve bis zum Erdboden hinab wieder hergestellt wird. Es entsteht mithin ein niedergehender Luftstrom und eine von dem Verhältniss der Druckvermehrung in der höheren Luftregion zu dem ihr zukommenden normalen Drucke abhängige Druckvermehrung auf dem Erdboden, also ein locales Maximum des Luftdruckes. Von dieser Region höheren Druckes werden nun auf dem Erdboden Luftströme in radialer Richtung ausgehen, welche verhindern, dass das indifferente Gleichgewicht der Druckvergrösserung in den höheren, verdünnten Luftschichten entsprechend vollständig wieder hergestellt wird. Es kann daher ein solches Druckmaximum längere Zeit fortbestehen, und indem es den Überschuss der zuströmenden aequatorialen Luft fortlaufend dem unteren Rückstrome zuführt, die Bildung einer regelrechten Abzweigung des oberen Stromes in den unteren sogar längere Zeit verhindern. Diese muss aber schliesslich doch eintreten und es hört dann mit der Anstauung in den oberen Luftschichten auch die Ursache des Maximums auf.

Die Bildung der rückläufigen Abzweigung des oberen Aequatorialstromes hat man sich so vorzustellen, dass der durch die Anstauung in seinem Fortgange nach dem Pole gehemmte Strom durch sie noch mehr nach Osten hin abgelenkt wird und dabei die tieferen, relativ

ruhigen oder in entgegengesetzter Richtung fliessenden Luftschichten durch innere Reibung mit sich fortreisst. Er wird daher in einem weiten Bogen mit geringem Gefälle sich dem Erdboden nähern, bis er schliesslich mit der Polarströmung vereint seinen Rückweg nach dem Aequator antritt. Durch dies »mit sich fortreissen« der tieferen Luftschichten wird er aber eine Verdünnung der unter ihm lagernden Grenzschichten der Luft herbeiführen, und dadurch eine der früher beschriebenen entgegengesetzte Störung des indifferenten Gleichgewichtes herbeiführen. Es muss daher ein Aufstrom der tieferen Luftschichten eintreten zur Wiederherstellung des indifferenten Gleichgewichtes und ein locales Minimum des Luftdruckes auf dem Erdboden eintreten. Die hier beobachtete Grösse der Verminderung des Luftdruckes ist ebenso, wie beim Maximum, nicht gleich der durch die mitreissende Kraft des schneller strömenden oberen Luftstromes hervorgerufenen Druckverminderung selbst, sondern dem Verhältnisse derselben zu dem jener Höhe in der Curve des indifferenten Gleichgewichtes zukommenden Drucke entsprechend. Es erklärt sich hierdurch die sonst räthselhafte Grösse der beobachteten Barometerschwankungen in mittleren und höheren Breiten vollständig.

Auf dem Erdboden wird das so entstandene locale Minimum des Druckes, Luft von allen Seiten heranziehen, die im Wirbel aufsteigt und schliesslich vom Aequatorialstrome mit fortgerissen wird. Es ist also auch hier die lebendige Kraft des Aequatorialstromes, welche das Minimum erzeugt und erhält und dadurch auch die Luft in Bewegung setzt, welche am Boden dem Minimum zuströmt. Da das Druckmaximum hiernach die in Folge der geographischen Verengung des oberen Strombettes auftretende Ursache eines eintretenden partialen Rückstromes des Aequatorialstromes ist und der Weg, den diese Rückströmung in den höheren Regionen beim allmähligen Niedersinken beschreibt, sich durch eine Furche niederen Druckes auf dem Erdboden abzeichnet, so stehen Maxima und Minima in einem ursächlichen Zusammenhange, werden daher in der Regel gleichzeitig und in geographischer Nachbarschaft auftreten. Es müssen daher auch die durch beide in den niederen Luftschichten hervorgerufenen Luftströmungen sich zu Strömungen combiniren, die wesentlich vom Maximum zum Minimum führen. deren Richtung aber durch die Erdrotation in bekannter Weise modificirt wird. Dies System localer Winde muss aber schliesslich dem Aequatorialstrome selbst weichen, wenn derselbe im allmähligen Niedergange den Erdboden erreicht. In der Regel, d. h. bei geringen Anstauungen im oberen Strombett, wird dies in Wirklichkeit nicht eintreten. Der eingeleitete Rückstrom vollzieht sich durch Auflagerung auf die höheren Schichten des polaren

Rückstromes, und Maxima und Minima verschwinden, nachdem wieder constante Stromverhältnisse in den höheren Luftschichten eingetreten sind. Ist eine Anstauung aber beträchtlich, so bewirkt sie starke Druckmaxima und ein schnelleres Niedersinken des aequatorialen Rückstromes. Über einer Furche niederen Druckes wird derselbe sich dann mit nur wenig durch Mitreissen relativ ruhiger Luft verminderter Geschwindigkeit bis zum Boden niedersenken und hier Stürme erzeugen, die auf der nördlichen Halbkugel als Südwest beginnen, im Sinne des DOVE'schen Drehungsgesetzes durch West und Nordwest bei allmähliger Abschwächung durch Reibung am Boden und Mitreissen relativ ruhiger Luft in die herrschende Rückströmung zum Aequator übergehen. Diese stürmischen Winde müssen nun durch Convection der benachbarten Luftschichten weit über ihre eigenen Grenzen hinausreichende Luftwirbel erzeugen, die es sehr erschweren den regelmässigen Verlauf der eingetretenen atmosphaerischen Störung zu verfolgen. Dass der niedrige Barometerstand in der Regel noch fortdauert, wenn der Aequatorialstrom selbst schon den Boden erreichte, hat zum grossen Theil darin seinen Grund, dass durch die mitreissende Kraft der bewegten Luft alle in der Nähe der Strömung befindlichen ruhenden Luftmassen eine Verdünnung erleiden. Die Barometer zeigen aber den Druck der sie umgebenden ruhenden Luft, und nicht den wahren der in Bewegung begriffenen Luftmassen an. Ein Barometer, welches sich in der Gondel eines schnell mit dem Sturme dahineilenden Luftballons befindet, muss daher einen wesentlich höheren Luftdruck anzeigen, wie ein im Zimmer aufgestelltes.[1]

Die in den Winden und Stürmen thätige lebendige Kraft entstammt nach dem Obigen im Wesentlichen der Beschleunigung, welche die in den Tropen aufsteigende Luft in Folge ihrer Überhitzung am Erdboden erleidet. Die dieser aequivalente lebendige Kraft wird vorzugsweise auf die oberen äusserst verdünnten Luftschichten übertragen. Durch ihr Beharrungsvermögen werden diese mit geringem Geschwindigkeitsverluste durch innere Reibung nach den polaren Regionen der

[1] Angestellte Versuche, über welche ich mir nähere Mittheilungen vorbehalte, haben ergeben, dass ein Luftstrom, welcher an der Öffnung eines senkrecht zu seiner Richtung stehenden dünnwandigen Rohres vorbeigeht, in diesem Rohre eine der Luftgeschwindigkeit proportionale Verdünnung herbeiführt, welche innerhalb weiter Geschwindigkeitsgrenzen dem Druck einer Quecksilbersäule von 0.025^{mm} für jeden Meter Luftgeschwindigkeit entspricht. Ich habe hierauf gestützt ein Anemometer construirt, welches in sehr einfacher und wenig umständlicher Weise die Windgeschwindigkeit anzeigt. Dasselbe besteht im Wesentlichen aus einem dünnen verticalen Rohre, welches möglichst hoch über das Dach des Hauses hinausgeführt wird. Ein im Zimmer aufgestellter einfacher Druckmesser giebt dann stets direct die Windgeschwindigkeit in Metern an.

Erde fortgetrieben. Sie behalten dabei die mittlere Rotationsgeschwindigkeit bei, die sie bei ihrer Erhebung in den äquatorialen Breiten besassen. Sie müssen daher bei ihrem Fortgange in höheren Breiten der langsamer rotirenden Erdoberfläche voreilen und von ihr aus betrachtet, sich in Spiralen mit abnehmender Steigung den Polen nähern. Wenn dieselben sich auf diesem Wege in Folge der Verengung des oberen Strombettes schon früher dem Erdboden zuwenden, um vereint mit den aus höheren Breiten zurückströmenden Luftmassen zum Aequator zurückzukehren, so treffen sie diese und bei schnellem Niedergange den Erdboden selbst mit einer Geschwindigkeit, die sich aus ihrer wirklichen eigenen Geschwindigkeit und der Differenz zwischen ihrer Rotationsgeschwindigkeit und der des Erdbodens an der Berührungsstelle combinirt. Die Quelle, aus welcher die Stürme höherer Breiten ihre zerstörende Kraft im Wesentlichen schöpfen, ist daher das Beharrungsvermögen des Erdkörpers selbst. Damit die Rotation desselben unverändert bleibt, muss das Gesetz herrschen, dass die Beschleunigung, welche der Erdkörper durch die Geschwindigkeitsdifferenz in den höheren Breiten erleidet, durch die Verzögerung in niederen Breiten, in denen die mittlere Luftrotation kleiner ist wie die der Erdoberfläche, compensirt wird.

Es folgt unmittelbar aus diesen Betrachtungen, dass mit fortschreitender geographischer Breite die Häufigkeit und Stärke der Luftströmungen im Sinne der Erdrotation, für unsere Halbkugel also der Westwinde, in schneller Steigerung zunehmen müssen. In den arktischen Regionen selbst müssen die höchsten Schichten des Aequatorialstromes, die allein bis zu ihnen gelangen können, ohne vorher zur Umkehr gezwungen zu sein, in nordöstlich gerichteten Spiralen zum Erdboden niederströmen. Sie müssen hierdurch und durch ihr allseitiges Hinandringen zum Pole ein arktisches Druckmaximum erzeugen und nach dem Niedersinken unter Beibehaltung ihrer Geschwindigkeit als unterer Nordwest ihren aequatorialen Rückgang antreten.

Es ist daher wiederum die im aequatorialen Auftrieb gewonnene lebendige Kraft, welche die Luft auch aus den polaren Regionen zum Aequator zurücktreibt und nicht die Wirkung zweifelhafter Gradienten des Luftdruckes, die zur Erklärung der Phaenomene keinenfalls ausreichen. Durch die Reibung mit der Erdoberfläche wird die südöstlich gerichtete Geschwindigkeit, mit welcher dieser Rückstrom des Aequatorialstromes überall eingeleitet wird, bald wesentlich vermindert und würde an der Erdoberfläche selbst bald gänzlich vernichtet sein, wenn nicht die höheren Luftschichten des Rückstromes sie beibehielten. Durch die in den höheren Breiten schnell vorschreitende Ausbreitung des unteren Strombettes wird nun in den mittleren, schneller in

aequatorialer Richtung vorschreitenden Luftschichten eine Verdünnung erzeugt, welche auch ein Zuströmen relativ ruhiger unterer Luftschichten zu den über den indifferenten Gleichgewichtszustand hinaus verdünnten höheren bedingen. Dies Zuströmen muss aus niederen Breiten geschehen, weil in diesen die den Auftrieb bewirkende Druckdifferenz durch Ausbreitung des Strombettes eine geringere ist. Es muss mithin die Strömung an der Erdoberfläche selbst auf der nördlichen Halbkugel eine südliche Componente erhalten. Es erklärt dies, dass hier erfahrungsmässig der Südwest und nicht der Nordwest überwiegend ist, wie es in den höheren Schichten des Rückstromes der Fall sein muss.

Auch in dem bisher behandelten hypothetischen Falle der homogenen ebenen und trockenen Erdoberfläche müssten die Luftbewegungen in mittleren und höheren Breiten ganz unregelmässig und nicht sicher voraus zu bestimmen sein, da die durch Anstauungen und durch Mitführung relativ ruhender Luft durch schneller bewegte eingeleiteten und erhaltenen Maxima und Minima des Luftdruckes als Accumulatoren lebendiger Kraft des oberen Luftstromes dienen, deren Ladung und Entladung immer wieder neue Störungen des Gleichgewichtes der Atmosphaere veranlassen und auf und nieder wirbelnde Luftströme in ihr erzeugen müssen. In Wirklichkeit müssen die so ungleiche Vertheilung von Land und Meer mit dem durch sie bedingten ungleichen Feuchtigkeitsgehalte der Luft, die orographischen Verhältnisse der Erdoberfläche und die ungleiche Beschaffenheit des Bodens ausgedehnter zusammenhängender Gebiete derselben eine Kette weiterer Störungen im Gleichgewichte der Temperatur, des Druckes, des Wassergehaltes und localer Störungen der Bewegung der über und neben einander gelagerten oder strömenden Luftschichten bilden, die eine einigermassen sichere Wetterprognose wohl für alle Zeiten verhindern wird.

Wenn auch der Wassergehalt der aufsteigenden Luft keinen sehr wesentlichen Einfluss auf die Grösse der lebendigen Kraft bewegter Luft ausübt, in welche die Energie der Sonnenstrahlung grösstentheils umgewandelt wird, so bewirkt er doch, dass die Atmosphaere ihre homogene Beschaffenheit verliert, indem in ihr abwechselnde Schichten von wärmerer und feuchterer Luft und von kälteren und wasserärmeren gebildet werden. Ein Eingehen auf den localen Einfluss dieser wechselnden Verhältnisse muss ich mir versagen, da sie dem Gebiete der auf systematische Beobachtungen gestützten Meteorologie angehören. Dasselbe gilt von dem grossen Gebiete der localen Wirbelwinde, wie sie einestheils durch örtliche Maxima und Minima auf der Erdoberfläche, anderentheils direct durch örtliche Störungen des indifferenten Gleichgewichtes hervorgerufen werden. Nur über die Dynamik der letzteren

Classe, der aufsteigenden Wirbelwinde mit verticaler Rotationsaxe, seien mir noch einige Bemerkungen gestattet.

Ich habe bereits in der schon angeführten früheren Mittheilung darauf hingewiesen, dass die in den localen Wirbelsäulen auftretenden stürmischen Luftbewegungen nicht gut durch einmalige Beschleunigung der aufsteigenden Luft durch eine vorhandene Überhitzung der unteren Luftschichten und den Wassergehalt derselben zu erklären sind. Ganz unzulässig erscheint es, die Luftverdünnung im Inneren der Tromben durch die Centrifugalkraft der sie umwirbelnden Luftmassen als eine Beschleunigungskraft für dieselben in Rechnung zu ziehen. Die gebildete relative Leere kann nur in der Richtung der Axe des Wirbels saugend wirken — also entweder das Wasser heben, auf dessen Oberfläche sie rotirt, oder Luft aus den höheren Luftregionen hinabziehen. Für einen solchen niedergehenden Luftstrom im Inneren der Tornados spricht auch der im Centrum derselben oft sichtbare klare Himmel bei ruhiger Luft. Man muss annehmen, dass die lebendige Kraft der in stürmischer Geschwindigkeit zum Wirbel hin eilenden und in ihm aufsteigenden Luft in wiederholten Beschleunigungsimpulsen angesammelt ist und dass sie der grösseren Geschwindigkeit der Luft höherer Luftschichten entspringt. Man müsste sich danach einen localen Wirbelsturm so entstanden denken, dass an der Grenze eines oberen und unteren Störungsgebietes des indifferenten Gleichgewichts einer ruhenden Atmosphaere durch irgend eine locale Ursache ein Auftrieb überhitzter Luft eingeleitet wird, der die Grenze der oberen, überkühlten Luftschichten erreicht, welche die Tendenz zum Niedersinken erworben haben. Es muss sich dann ein äusserer niedergehender Strom um den aufsteigenden bilden, durch den gleich viel Luftmasse niedergeführt wird, wie der aufsteigende Strom in die Höhe führt. Wenn die Gleichgewichtsstörung ausgedehnte obere und untere Luftschichten umfasst, so werden die niedersinkenden Massen eine Druckvermehrung in der Umgebung des allmählich bis zum Erdboden und andererseits bis in die höchsten Luftregionen ausgedehnten Wirbels erzeugen und ihre lebendige Kraft auf immer neue überhitzte Luftmassen übertragen, die im Wirbel aufsteigen, während ein Theil des niedergehenden äusseren, in derselben Richtung rotirenden Wirbels mit dem inneren wieder aufsteigt und einen Theil seiner in den höheren Regionen gewonnenen lebendigen Kraft auf ihn überträgt. Der Lauf des Wirbelcentrums wird dann durch die Richtung der mittleren Geschwindigkeit aller den Wirbel bildenden Luftmassen vorgezeichnet und seine Dauer die der ihn hervorrufenden und unterhaltenden Störung des indifferenten Gleichgewichts der Atmosphaere sein.

Schliesslich will ich nur noch erwähnen, dass die von mir früher ausgesprochene Vermuthung, dass der Wasserdampf in gleicher Weise überkühlt werden könne, ohne zu condensiren, wie das Wasser, ohne zu gefrieren, durch neuere Untersuchungen von Robert von Helmholtz weitere Bestätigung gefunden hat. Es findet dadurch auch der auffallende Umstand seine Erklärung, dass der Auftrieb der so viel Wasserdampf enthaltenden Luft über den tropischen Meeren nicht unausgesetzten Regenfall im Gefolge hat. Man kann jetzt annehmen, dass der Wasserdampf bei Abwesenheit von Staub und Wassertheilchen die höheren Luftregionen, ohne condensirt zu werden, erreicht. Es ergiebt sich ferner, dass ein, einer Sonnenfackel vergleichbarer, localer Auftrieb, der die höchsten Luftregionen erreichen und ihnen Staub und Wassertheilchen zuführen muss, durch Condensation des Wasserdampfs dieser Luftschichten die gewaltigen Regenfälle herbeiführen kann, die man beobachtet hat. Auch die Wassermenge, die der Aequatorialstrom den gemässigten Zonen zuführt, findet damit ihre Erklärung.

Ausgegeben am 11. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.
XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

11. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

Hr. Fuchs las über die Werthe, welche die Integrale einer Differentialgleichung erster Ordnung in singulären Punkten annehmen können.

Die Mittheilung folgt umstehend.

Über die Werthe, welche die Integrale einer Differentialgleichung erster Ordnung in singulären Punkten annehmen können.

Von L. Fuchs.

In ihrer berühmten Abhandlung[1] haben Briot und Bouquet, nachdem sie nach dem Vorgange von Cauchy die Integrale einer Differentialgleichung

$$(\alpha) \qquad \frac{dy}{dz} = f(z, y)$$

definirt, das Verhalten derselben in der Umgebung einer Stelle (z_0, y_0), in welcher $f(z, y)$ entweder unendlich oder mehrdeutig oder endlich unbestimmt wird, einer eingehenden Untersuchung unterworfen.

Ein sorgfältiges Studium dieser Abhandlung, welcher ich schon vor langer Zeit die Anregung zur Beschäftigung mit der Theorie der Differentialgleichungen zu verdanken hatte, hat mich erkennen lassen, dass in den Entwickelungen von Briot und Bouquet manche Lücke auszufüllen sei und dass manche Resultate einer Ergänzung bedürfen.

In dem Folgenden erlaube ich mir, einen Auszug aus den Erwägungen zu geben, zu welchen mich meine Studien über diesen Gegenstand geführt haben.

Schon bei der Definition der Integrale begegnet man einer Lücke. Sind nämlich die Anfangswerthe (z_0, y_0) so beschaffen, dass $f(z, y)$ und alle partiellen Ableitungen dieser Function nach z für $z = z_0$, $y = y_0$ verschwinden, dass mit anderen Worten (α) die Form

$$(\beta) \qquad \frac{dy}{dz} = (y - y_0)^m f_1(z, y)$$

erhält, so ist der Nachweis der Existenz eines Integrals nicht erbracht.

Diese Frage ist offenbar mit der anderen identisch: wie verhalten sich die Integrale einer Differentialgleichung

$$(\gamma) \qquad \frac{dy}{dz} = \frac{1}{z^k} F(z, y)$$

in der Umgebung von $z = 0$?

[1] Journal de l'École Polytechnique cah. 36 p. 133.

Auch diese Frage ist unerledigt geblieben. Mit ihrer Lösung würden aber zu gleicher Zeit die Principien gewonnen sein, um die Schwierigkeiten zu heben, welche in der Behandlung derjenigen singulären Stellen, für welche $f(z, y)$ unbestimmt wird, auftreten.

Für diese singulären Stellen führen Briot und Bouquet durch eine Transformation die Gleichung (α) auf einen der drei Typen

$$(\delta) \qquad t\frac{d\zeta}{dt} = a\zeta + bt + \mathfrak{P}(t, \zeta)$$

$$(\varepsilon) \qquad t\frac{d\zeta}{dt} = a\zeta^m + bt + \mathfrak{P}(t, \zeta)$$

$$(\zeta) \qquad t^m\frac{d\zeta}{dt} = a\zeta + bt + \mathfrak{P}(t, \zeta)$$

zurück, worin $\mathfrak{P}(t, \zeta)$ eine nach positiven ganzen Potenzen der Variabelen t, ζ fortschreitende Reihe bedeutet, in welcher die Glieder niedrigster Dimension die der zweiten sind.

Allein diese Zurückführung setzt stillschweigend voraus, dass, wenn z einen Werth a und gleichzeitig y einen Werth b erreicht, von der Beschaffenheit, dass $f(a, b)$ unbestimmt wird, der Punkt $z = a$ nicht ein solcher ist, für welchen y als Function von z überhaupt unbestimmt wird. Man würde, wenn dieses einträte, die Reihenentwickelungen, welche zu den drei genannten Typen führen, nicht machen dürfen, man würde vielmehr stets zuerst eine Gleichung der Form (γ) erhalten, und nur in denjenigen Fällen, wo die Integrale der letzteren in $z = 0$ nicht unbestimmt werden, wird der Übergang zu den genannten Typen statthaft sein.

Dass übrigens die Untersuchung der Singularität $z = 0$ in einer Gleichung von der Form (γ) nicht eine in dem Gebiete der analytischen Functionen abseits gelegene Frage betrifft, ergiebt sich eben aus der Identität dieser Untersuchung mit derjenigen der Gleichung (β). Man erkennt aber schon an einfachen Beispielen, wie z. B. an dem Falle $f_1(z, y) = \frac{1}{z}$, dass man einer Definition der Integrale der Gleichungen der Form (β) nicht entrathen kann.

Aber noch nach einer anderen Seite hin tritt die Bedeutung der Untersuchung der Gleichungen der Formen (β), (γ) heraus. Wenn nämlich ein Integral der Gleichung (α) durch gewisse Anfangswerthe (z_0, y_0) definirt worden ist, so ist es von Wichtigkeit festzustellen, ob dasselbe das einzige ist, welches diesen Anfangsbedingungen genügt, oder nicht. Um nachzuweisen, dass es nur ein solches Integral gebe, bedürfen Briot und Bouquet des Schlusses,[1] dass ein Integral einer Gleichung

[1] A. a. O. p. 145.

der Form (β), welches für $z = z_0$ den Werth $y = y_0$ annimmt, identisch gleich dem constanten Werthe y_0 sei. Da aber, wie gezeigt werden soll, es im Allgemeinen ausser $y = y_0$ noch andere Integrale der Gleichung (β) giebt, so giebt es im Allgemeinen auch mehr als ein Integral der Gleichung (α), welches gegebenen Anfangsbedingungen entspricht.

Im Folgenden werde ich mich darauf beschränken, die Singularitäten $z = 0$ in Gleichungen der Form (γ) einer näheren Untersuchung zu unterziehen, und damit die Discussion der zuletzt erwähnten Frage über die Bestimmung eines Integrals durch vorgeschriebene Anfangswerthe zu verbinden.

1.

Wir wollen zuerst einige Benennungen hervorheben, deren wir für die Folge bedürfen. Die Bezeichnungen der singulären Punkte als wesentliche und ausserwesentliche, welche Hr. Weierstrass für die eindeutigen Functionen einer complexen Variabelen eingeführt hat, sind für die mehrdeutigen Functionen nicht ausreichend, weil selbst diejenigen Stellen einer Function, für welche dieselbe zwar bestimmte, von den letzten Wegelementen, auf welchen man in dieselben gelangt, unabhängige Werthe erhält, deren Umkreisung aber zu anderen Functionswerthen führt, nicht auf dieselbe Weise aufhebbar sind, wie die ausserwesentlich singulären Punkte einer eindeutigen Function.

Wir wollen daher eine Stelle, in welcher eine Function eine von den letzten Wegelementen abhängige Werthenreihe annehmen kann, eine Stelle oder einen Punkt der Unbestimmtheit nennen. Diese Benennung drückt eben die Natur der Stelle, dass die Function in ihr nicht einen bestimmten Werth erhalte, aus.

Ein Punkt der Unbestimmtheit kann zu gleicher Zeit ein Verzweigungspunkt sein oder auch nicht. Aber die Verzweigung in einem solchen Punkte kann von zweierlei Art sein.

Ist nämlich a ein Punkt der Unbestimmtheit, so kann es möglich sein, dass man a durch eine geschlossene Curve von hinlänglich kleinen aber endlichen Dimensionen von der Art abgrenzen kann, dass innerhalb derselben ausser dem Punkte a selbst kein Verzweigungspunkt enthalten ist. Wir wollen alsdann die Verzweigung eine bestimmte nennen. So ist in der Function $(z - a)^{\lambda} \phi(z)$, in welcher $\phi(z)$ in der Umgebung von $z = a$ eindeutig aber in $z = a$ unbestimmt ist und wo λ eine beliebige reale Grösse bedeutet, a ein Punkt der Unbestimmtheit, aber mit bestimmter Verzweigung.

Es kann aber zweitens möglich sein, dass, wie klein auch die Curve, durch welche a abgegrenzt wird, sein mag, immer in der Fläche derselben unzählig viele Stellen ausser a vorhanden sind, in welchen Verzweigung stattfindet. Alsdann wollen wir die Verzweigung eine unbestimmte nennen. In der Function

$$\sqrt[m]{e^{\frac{1}{z-a}} - b}$$

z. B., wo b eine von Null verschiedene Constante und m eine positive ganze Zahl bedeutet, ist $z = a$ ein Punkt der Unbestimmtheit, in welchem zugleich eine unbestimmte Verzweigung statt hat.

Es sei nämlich $e^{\frac{1}{\zeta-a}} = b$, alsdann liefert die Gleichung

$$\frac{1}{z-a} = \frac{1}{\zeta-a} + 2k\pi i$$

für die unendliche Reihe der realen ganzen Zahlen k eine unendliche Reihe von Stellen z, welche sämmtlich so beschaffen sind, dass $e^{\frac{1}{z-a}} = b$, und wovon eine unendlich grosse Anzahl von a verschiedener, innerhalb eines noch so kleinen diesen Punkt umschliessenden Bereiches sich befinden. In jedem dieser Punkte findet aber Verzweigung statt.

Es ist im Allgemeinen nicht möglich, eine Function durch eine in der ganzen Umgebung eines Punktes a der Unbestimmtheit mit unbestimmter Verzweigung gültige nach irgend welchen Potenzen von $z - a$ fortschreitende Reihe darzustellen.

Dieser Umstand tritt jedoch schon für Stellen der Unbestimmtheit ein, in deren Umgebung keine Verzweigung statt hat. — So würde z. B. die Function

$$\frac{1}{e^{\frac{1}{z-a}} - b}$$

zwar innerhalb eines von zwei Kreisen mit dem Mittelpunkte a gebildeten Ringes, innerhalb dessen nicht eine Wurzel der Gleichung

$$e^{\frac{1}{z-a}} - b = 0$$

gelegen ist, mit Hülfe des Laurent'schen Satzes nach positiven und negativen Potenzen von $z - a$ entwickelbar sein. Aber diese Entwickelung gilt nicht bis zu beliebiger Annäherung an den Punkt a.

An das Vorhergehende knüpft sich eine für die Theorie der Differentialgleichungen folgenreiche Erwägung. — Da nämlich für nicht lineare Differentialgleichungen die sämmtlichen hier näher be-

zeichneten Singularitäten auftreten, so wird man in der Regel darauf verzichten müssen von dem gewöhnlichen Hülfsmittel Gebrauch zu machen, wonach die Natur der Singularität durch eine in der Umgebung der singulären Stelle gültige Reihenentwickelung erforscht wird. — Man wird vielmehr zu anderen Hülfsmitteln seine Zuflucht nehmen müssen, um den ganzen Werthvorrath, dessen die Function in der Umgebung einer singulären Stelle fähig ist, zu ergründen.

2.

Wir betrachten die Differentialgleichung

$$\text{(A)} \qquad \frac{dy}{dz} = \frac{1}{z^k} F(z, y),$$

worin $F(z, y)$ eine in dem ganzen Verlaufe der unabhängigen Variabelen z, y definirte Function und k eine ganze, positive Zahl bedeutet.

Wir haben zunächst zu untersuchen, ob $z = 0$ für die Integrale y der Gleichung (A) ein Punkt der Unbestimmtheit ist. — Wenn dieses stattfindet, so kann für $z = 0$, y Werthe erlangen, für welche $F(z, y)$ als Function von z und y keine Singularität darbietet. Ist p ein solcher Werth und ist in der Umgebung von $z = 0, y = p$

$$\frac{1}{F(z, y)} = \alpha_0 + \alpha_1(y - p) + \beta_1 z + \ldots,$$

so ist es nicht zulässig aus der Gleichung

$$(\alpha) \qquad \frac{dz}{dy} = z^k\{\alpha_0 + \alpha_1(y - p) + \beta_1 z + \ldots\},$$

wie es Briot und Bouquet[1] thun, zu schliessen, dass z als Function von y für $y = p$ den Werth $z = 0$ nicht erreichen könne. In der That würde ein solcher Schluss die Voraussetzung enthalten, dass y längs eines Weges von endlicher Länge von einem Werthe y_0 zu dem Werthe p gelangen müsste, wenn gleichzeitig z von einem der Null naheliegenden Werthe $z = z_0$ in $z = 0$ einrückt. — Ist aber $z = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit, so sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt. Es kann alsdann vielmehr y von einem Werthe y_0 zu einem beliebig weit davon entfernten Werthe p übergehen, während z in beliebiger Nähe von $z = 0$ verbleibt. — **Man darf aber dann nicht zur Feststellung des Zusammenhanges zwischen z und**

[1] A. a. O. p. 145 bei einer ähnlichen Gleichung, deren sie sich zum Nachweis der eindeutigen Bestimmung eines Integrals bedienen, worauf wir später noch zurückkommen werden.

y, $F(z, y)$ in der Umgebung von $z = 0$ und in der Umgebung eines **bestimmten** Werthes $y = p$ entwickeln, wie es die Herstellung der Gleichung (α) voraussetzt.

Zur Entscheidung der Frage, ob $z = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit für die Integrale der Gleichung (A) sei, könnte man eine Function t von z, welche in $z = 0$ einen Punkt der Unbestimmtheit besitzt, einführen und alsdann die Integrale y als Functionen von t untersuchen. So würde, was das Nächstliegende ist, in dem Falle, dass $k > 1$ die Function

$$\text{(B)} \qquad t = e^{\frac{1}{1-k} \cdot \frac{1}{z^{k-1}}}$$

$z = 0$ als Punkt der Unbestimmtheit besitzen, und wenn man in Gleichung (A) t als unabhängige Variabele einführt, dieselbe in

$$\text{(C)} \qquad \frac{dy}{dt} t = F(z, y)$$

übergehen, in welcher z mit t durch die Gleichung (B) verbunden gedacht wird.

Es lässt sich nun zeigen, dass im Allgemeinen den verschiedenen Werthen von t in der Umgebung von $z = 0$ auch theilweise oder durchweg verschiedene Werthe von y entsprechen können. — Ich behalte mir die Ausführung dieses Nachweises für eine andere Gelegenheit vor und will mich an dieser Stelle damit begnügen, nur einen Weg, auf welchem man zu demselben gelangen kann, hier anzudeuten, da derselbe auch in anderer Hinsicht für das Studium der Integrale einer Differentialgleichung beachtenswerth erscheint.

Es sei M ein Multiplicator der Gleichung

$$\text{(1)} \qquad P dy + Q dz = 0$$

wo P, Q wohldefinirte Functionen der beiden Variabelen y, z sind. Man hat alsdann für die Function M der beiden unabhängigen Variabelen y, z die Gleichung

$$\text{(2)} \qquad Q \frac{\partial \log M}{\partial y} - P \frac{\partial \log M}{\partial z} = \frac{\partial P}{\partial z} - \frac{\partial Q}{\partial y}.$$

Sind M_1, M_2 zwei Lösungen dieser Gleichung, so folgt, wenn man

$$\text{(3)} \qquad \log \frac{M_1}{M_2} = u$$

setzt

$$\text{(4)} \qquad Q \frac{\partial u}{\partial y} - P \frac{\partial u}{\partial z} = 0.$$

Ist $u = \Phi(z, y)$ eine Lösung dieser Gleichung, so liefert bekanntlich die durch die Gleichung

(5) $$\Phi(z, y) = \mu,$$

wo μ eine beliebige Constante, definirte Function y von z ein Integral der Gleichung (1). Es ist auch bekannt, wie umgekehrt die Integration der Gleichung (4) auf die Lösung der Gleichung (1) zurückgeführt wird.

Auf unsere Gleichung (A) angewendet geht die Gleichung (4) über in:

(6) $$z^k \frac{\partial u}{\partial z} + F(z, y) \frac{\partial u}{\partial y} = 0.$$

Statt dieser Gleichung betrachten wir die folgende:

(D) $$t \frac{\partial v}{\partial t} + z^k \frac{\partial v}{\partial z} + F(z, y) \frac{\partial v}{\partial y} = 0.$$

Ist $\Psi(t, z, y)$ eine Function der drei unabhängigen Variabelen, welche der Gleichung (D) genügt, so erhält bekanntlich Ψ einen constanten Werth, wenn t mit z durch die Gleichung

(7) $$\frac{dt}{dz} = \frac{z^k}{t}$$

welche mit (B) identisch ist, und y mit z durch die Gleichung (A) verbunden ist.

Wenn aber y unbeschränkt veränderlich belassen wird, dagegen t mit z durch die Gleichung (7) oder (B) verbunden ist, so wird Ψ ein Integral der Gleichung (6).

Es sei demgemäss $\Psi(t, z, y)$ eine wohldefinirte Function der drei unabhängigen Variabelen t, z, y, welche der Gleichung (D) genügt, so werde die Gleichung

(E) $$\Psi(t, z, y) = \mu,$$

wo μ eine Constante, der Untersuchung zu Grunde gelegt. Wird in derselben t als mit z nach Gleichung (B) sich verändernd aufgefasst, so ist die durch dieselbe gelieferte Function y von z ein Integral der Gleichung (A).

Es ergiebt sich, dass im Allgemeinen, wenn z gegen Null convergirt und gleichzeitig t die entsprechende, durch die Gleichung (B) gelieferte Werthenreihe durchläuft, sich aus Gleichung (E) für y unendlich viele von der Art, wie z sich der Null annähert, abhängige Werthe ergeben.

Die Untersuchung lässt sich durchführen, indem man für unbeschränkt veränderliche Werthe der Variabelen t, z, y die Function Ψ

auf geeignete Weise, z. B. als Potenzreihe oder als Quotienten zweier Potenzreihen, in der Umgebung von $z = 0$ und passender besonderer Werthe von t und y darstellt. Lässt man alsdann z gegen Null convergiren und mit ihm t eine Werthenreihe durchlaufen, welche sich aus Gleichung (B) ergiebt, und dem Darstellungsgebiete angehört, so wird zu entscheiden sein, ob es ebenfalls dem Darstellungsgebiete angehörige Werthe von y giebt, welche mit t und z zusammen der Gleichung (E) genügen.

Während demnach für das allgemeine Integral $z = 0$ in der Regel ein Punkt der Unbestimmtheit ist, kann es wohl eintreten, dass für ein besonderes Integral oder, was dasselbe ist, für bestimmte Werthe von μ in Gleichung (E), $z = 0$ aufhört, ein Punkt der Unbestimmtheit zu sein.

Es ist selbstverständlich, dass die Gleichung (A) auch die besondere Beschaffenheit besitzen kann, dass ihre sämmtlichen Integrale in $z = 0$ nicht unbestimmt werden.

3.

Häufig ist es zweckmässiger, an die Stelle der Hülfsfunction t eine andere η zu setzen, welche mit z durch die Gleichung

$$\text{(B')} \qquad \frac{d\eta}{dz} = \frac{1}{z^k} F(0, \eta)$$

verbunden ist.

Es habe zum Beispiel $F(z, y)$ die Form

$$\text{(1)} \qquad F(z, y) = \frac{G(y) + zH(z, y)}{G_1(y) + zH_1(z, y)},$$

wo $G(y)$, $G_1(y)$ ganze rationale Functionen von y, H und H_1 wohldefinirte Functionen von z und y von der Beschaffenheit, dass $H(0, y)$, $H_1(0, y)$ nicht für beliebige Werthe von y unendlich werden.

Alsdann wird die Gleichung (B')

$$\text{(2)} \qquad \frac{d\eta}{dz} = \frac{1}{z^k} \frac{G(\eta)}{G_1(\eta)},$$

deren Integration entweder

$$\text{(3)} \qquad \frac{1}{1-k} \frac{1}{z^{k-1}} = \int \frac{G_1(\eta)}{G(\eta)} d\eta$$

oder

$$\text{(3*)} \qquad \log z = \int \frac{G_1(\eta)}{G(\eta)} d\eta$$

liefert, je nachdem $k \gtreqless 1$.

Die Gleichung (A) geht durch Einführung der unabhängigen Variabelen η über in

$$(C') \qquad \frac{dy}{d\eta} F(o, \eta) = F(z, y),$$

in welcher z durch die Gleichung (B') mit η verbunden gedacht wird.

Es lässt sich nun wiederum zeigen, dass, wenn für einen beliebigen Werth von η die durch die Gleichung (B') damit verbundene Grösse z sich der Null nähern kann, im Allgemeinen $z = o$ ein Punkt der Unbestimmtheit der Integrale der Gleichung (A') sein muss.

Für die besondere Form (1) ergiebt die Gleichung (3) allemal $z = o$ als zu einem beliebigen Werthe η gehörig, wenn

$$\int \frac{G_1(\eta)}{G(\eta)} d\eta$$

mit Logarithmen behaftet ist. Tritt z. B. das Glied

$$A \log(\eta - a)$$

auf, so wird die rechte Seite der Gleichung (3) für einen beliebigen Werth von η unendlich gross, wenn η unzählig viele Umläufe um a vollzieht.

Wenn

$$\int \frac{G_1(\eta)}{G(\eta)} d\eta$$

mit Logarithmen behaftet ist, so folgt aus (3ª)

$$(4) \qquad z = \gamma(\eta - a)^A (\eta - b)^B \ldots e^{R(\eta)}$$

wo γ eine willkürliche Constante, $A, B, \ldots$ die Residuen von $\frac{G_1(\eta)}{G(\eta)}$ in Bezug auf die Werthe η, für welche $G(\eta) = o$, und endlich $R(\eta)$ eine rationale Function von η bedeutet. Nach einem Umlaufe um $\eta = a$ geht z in $j \cdot z$ über, wo $j = e^{2\pi i A}$. Wenn demnach der Coefficient von i in der Grösse A nicht verschwindet, so werden unzählig viele Umdrehungen um $\eta = a$, nach dem einen oder nach dem entgegengesetzten Sinne ausgeführt, zu dem willkürlichen, in der Umgebung von $\eta = a$ gelegenen Werthe η als zugehörigen Werth $z = o$ liefern.

Wie in voriger Nummer kann die Untersuchung der Gleichung (C') vermittelst der partiellen Differentialgleichung

$$(D') \qquad F(o, \eta)\frac{\partial v}{\partial \eta} + z^k \frac{\partial v}{\partial z} + F(z, y)\frac{\partial v}{\partial y} = o$$

erfolgen, deren Lösungen $\Psi(\eta, z, y)$ die Eigenschaft besitzen, einen constanten Werth zu erhalten, wenn z sich mit η nach Gleichung (C')

und y mit z nach Gleichung (A)* ändert. Man muss wie dort die Gleichung

$$(\mathrm{E}') \qquad \Psi(\eta, z, y) = \mu,$$

wo μ eine Constante bedeutet, zu Grunde legen.

Dass auch hier der Fall eintreten kann, dass während das allgemeine Integral von (A) in $z = 0$ unbestimmt wird, sobald $z = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit der durch Gleichung (B′) definirten Function η von z ist, besondere Integrale in $z = 0$ nicht mehr unbestimmt werden, ist selbstverständlich.

Aber was wesentlich zu beachten ist, das ist der Umstand, dass auch in dem Falle, dass $z = 0$ für die durch Gleichung (B′) definirte Function η von z nicht ein Punkt der Unbestimmtheit ist, dennoch für die Integrale der Gleichung (A) $z = 0$ ein solcher Punkt sein kann, wie dieses ja aus der vorigen Nummer für $k > 1$ erhellt.

4.

Wir wollen das Vorhergehende an einigen Beispielen erläutern. Betrachten wir die Differentialgleichung

$$(1) \qquad z^k \frac{dy}{dz} = p_0 + p_1 y + p_2 y^2,$$

worin p_0, p_1, p_2 in der Umgebung von $z = 0$ eindeutige und continuirliche Functionen bedeuten.

Setzen wir

$$(2) \qquad y = -\frac{z^k}{p_2} \frac{d \log w}{dz},$$

so genügt w der Differentialgleichung

$$(3) \qquad \frac{d^2 w}{dz^2} - \left[\frac{p_1}{z^k} - \frac{k}{z} + \frac{d \log p_2}{dz}\right] \frac{dw}{dz} + \frac{p_0 p_2}{z^{2k}} w = 0.$$

Es sei

$$(\mathrm{I}) \qquad k > 1$$

alsdann ist[1] der Punkt $z = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit für das allgemeine Integral der Gleichung (3).

Ist w_1, w_2 ein Fundamentalsystem von Integralen der Gleichung (3), c_1, c_2 willkürliche Constanten, so hat nach Gleichung (2) das allgemeine Integral der Gleichung (1) die Form

$$(4) \qquad y = -\frac{z^k}{p_2}\left(c_1 \frac{dw_1}{dz} + c_2 \frac{dw_2}{dz}\right) \frac{1}{c_1 w_1 + c_2 w_2}.$$

---

[1] Nach meiner Arbeit in Borchardt's Journal, Bd. 66 S. 146.

Daher ist auch im Allgemeinen $z = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit für jedes Integral der Gleichung (1).

Es kann aber eintreten, dass ein besonderes Integral w so beschaffen ist, dass seine logarithmische Ableitung in $z = 0$ nicht unbestimmt wird. Diesem entspricht alsdann nach Gleichung (2) ein besonderes Integral y der Gleichung (1), für welches $z = 0$ nicht Punkt der Unbestimmtheit ist.

Soll aber das allgemeine Integral der Gleichung (1) in $z = 0$ nicht unbestimmt sein, so ist nothwendig und hinreichend, dass

$$w_1 = e^{\int \phi_1 dz}, \quad w_2 = e^{\int \phi_2 dz},$$

wo ϕ_1, ϕ_2 in $z = 0$ nicht unbestimmt werden, und dass zu gleicher Zeit für $\frac{w_2}{w_1}$, $z = 0$ nicht Punkt der Unbestimmtheit ist.

Da[1]

$$\frac{w_2}{w_1} = C\int e^{\int\left(\frac{p_1}{z^k} - \frac{k}{z} + \frac{d\log p_2}{dz}\right)dz} \cdot \frac{dz}{w_1^2}$$

so sind diese Bedingungen auch gleichbedeutend mit den beiden folgenden:

$$\phi_1 \text{ und } e^{\int\left(\frac{p_1}{z^k} - 2\phi_1\right)dz}$$

dürfen für $z = 0$ nicht unbestimmt werden.

Man kann immer[2] das Fundamentalsystem von Integralen w_1, w_2 der Gleichung (3) so einrichten, dass in der Umgebung von $z = 0$ entweder

(5) $$w_1 = z^{r_1} \cdot \psi_1, \quad w_2 = z^{r_2} \cdot \psi_2,$$

oder

(5ª) $$w_1 = z^{r_2} \cdot \psi, \quad w_2 = z^{r_2 - g}(\chi + z^g \cdot \psi \cdot \log z),$$

wo r_1, r_2 bestimmte reale oder complexe Grössen, g eine ganze positive Zahl, ψ_1, ψ_2, respective ψ und χ Reihen bedeuten, welche im Allgemeinen eine unendliche Anzahl negativer und positiver ganzzahliger Potenzen von z enthalten.

Da $z = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit für das allgemeine Integral der Gleichung (3) ist, so muss im Falle (5) wenigstens eine der Reihen ψ_1, ψ_2 und im Falle (5ª) wenigstens eine der Reihen ψ, χ eine unendliche Anzahl negativer Potenzen von z enthalten.

Soll das allgemeine Integral der Gleichung (1) in $z = 0$ nicht unbestimmt werden, so muss den oben gefundenen Bedingungen zu-

[1] Siehe meine Arbeit BORCHARDT's Journal Bd. 66 S. 128—130.

[2] Nach meiner Arbeit BORCHARDT's Journal Bd. 66 S. 131—139.

folge, unter Berücksichtigung der Gleichungen (5) und (5*), entweder die logarithmische Ableitung von ψ_1 oder von ψ eine Function ϕ von der Beschaffenheit sein, dass 2ϕ in der Umgebung von $z = 0$ sich durch eine nach steigenden ganzen Potenzen von z fortschreitende Reihe darstellen lässt, welche nur eine endliche Anzahl negativer Potenzen hat, und dass zu gleicher Zeit die Coefficienten der Potenzen, deren Exponenten kleiner als die negative Einheit, mit den Coefficienten der entsprechenden Potenzen von $\frac{p_1}{z^k}$ übereinstimmen.

Wir können voraussetzen, dass p_0, p_1, p_2 für $z = 0$ nicht verschwinden. Denn wenn eine oder zwei dieser Grössen für $z = 0$ verschwinden sollten, so würde die Substitution

$$y = \frac{\alpha u + \beta}{\gamma u + \delta},$$

wo $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ willkürliche Grössen, in Gleichung (1) für u eine Differentialgleichung liefern, in welcher die p_0, p_1, p_2 entsprechenden Grössen für $z = 0$ nicht verschwinden. Aber u hat mit y für $z = 0$ dieselbe Verzweigung, und es ist $z = 0$ gleichzeitig für u und y ein Punkt der Unbestimmtheit.

Sei unter dieser Voraussetzung

$$(6)\qquad \begin{aligned} \frac{p_0}{z^k} &= \frac{A_0}{z^k} + \frac{A_1}{z^{k-1}} + \\ \frac{p_1}{z^k} &= \frac{B_0}{z^k} + \frac{B_1}{z^{k-1}} + \\ \frac{p_2}{z^k} &= \frac{C_0}{z^k} + \frac{C_1}{z^{k-1}} + \end{aligned}$$

so sind A_0, B_0, C_0 von Null verschieden.

Es sei

$$(7)\qquad y = -\frac{z^k}{p_2} \cdot v,$$

so genügt v der Gleichung

$$(8)\qquad \frac{dv}{dz} = -\frac{p_0 p_2}{z^k} + \left[-\frac{k}{z} + \frac{p_1}{z^k} + \frac{d \log p_2}{dz}\right] v - v^2$$

Sollte $z = 0$ für die Integrale der Gleichung (1) nicht ein Punkt der Unbestimmtheit sein, so müsste nach dem Obigen die Gleichung (8) ein Integral besitzen, welches in der Umgebung von $z = 0$ die Form hätte:

$$(9)\qquad v = \frac{1}{2}\frac{B_0}{z^k} + \frac{1}{2}\frac{B_1}{z^{k-1}} + \cdots.$$

Substituirt man diesen Ausdruck in (8), so folgt durch Vergleichung der Coefficienten von z^{-2k} auf beiden Seiten

(10) $$-A_0 C_0 + \tfrac{1}{4} B_0^2 = 0\,.$$

Sollen demnach die sämmtlichen Integrale der Gleichung (1) in $z = 0$ nicht unbestimmt werden, so muss

$$A_0 + B_0 y + C_0 y^2$$

ein vollständiges Quadrat sein.

Dieses Resultat findet seine Aufklärung durch die Untersuchungen in Nr. 3. In der That ist in unserem Falle

(11) $$G(y) = A_0 + B_0 y + C_0 y^2,$$

und aus der Gleichung

(12) $$\frac{d\eta}{dz} = \frac{G(\eta)}{z^k}$$

ergiebt sich, wenn die Wurzeln a_1, a_2 der Gleichung $G(\eta) = 0$ von einander verschieden sind,

(13) $$-\frac{1}{k}\frac{1}{z^{k-1}} = \frac{1}{C_0(a_1 - a_2)} \cdot \log\left(\frac{\eta - a_1}{\eta - a_2}\right) + \text{const.}$$

Es wird daher für einen beliebigen Werth von η nach unzählig vielen Umläufen dieser Variabelen um den Punkt a_1 oder a_2, z gegen Null convergiren und gleichzeitig das Integral y der Gleichung

(14) $$\frac{dy}{d\eta} G(\eta) = p_0 + p_1 y + p_2 y^2,$$

in welche (1) übergeht, wenn man an die Stelle von z, η als unabhängige Variabelen einführt, für die verschiedenen Werthe von η, welche zu $z = 0$ gehören, im Allgemeinen verschiedene Werthe annehmen, oder mit anderen Worten, es wird das Integral y der Gleichung (1) jeden möglichen Werth annehmen, wenn z auf geeigneten Wegen in $z = 0$ einrückt, d. h. $z = 0$ ist ein Punkt der Unbestimmtheit für das allgemeine Integral von (1).

Sind dagegen die Wurzeln a_1, a_2 der Gleichung $G(y) = 0$ einander gleich, so liefert die Integration der Gleichung (12)

(15) $$\frac{1}{1-k}\frac{1}{z^{k-1}} = -\frac{1}{C_0}\frac{1}{\eta - a_1} + \text{const.}$$

Dieser Gleichung gemäss wird z nur für $\eta = a_1$ Null, demnach ist es alsdann auch nicht erforderlich, dass $z = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit für die Integrale der Gleichung (1) werde.

Es ist aber selbstverständlich, dass die in Gleichung (10) enthaltene Bedingung nicht die hinreichende dafür ist, dass alle Integrale

der Gleichung (1) in $z = 0$ bestimmt werden. In der That ist jene Bedingung nur eine derjenigen, welche erfüllt sein müssen, damit die Gleichung (8) ein Integral der Form (9) habe.

Es kann also $A_0 + B_0 y + C_0 y^2$ ein vollständiges Quadrat sein, ohne dass $z = 0$ aufhört ein Punkt der Unbestimmtheit für das allgemeine Integral der Gleichung (1) zu sein.

Betrachten wir z. B. die Differentialgleichung

$$z^k \frac{dy}{dz} = \alpha y^2 + \beta z \tag{16}$$

wo α, β Constanten bedeuten, so wird für diese die Gleichung (3) in

$$\frac{d^2 w}{dz^2} + \frac{k-1}{z} \frac{dw}{dz} + \frac{\alpha\beta}{z^{2k-1}} w = 0 \tag{17}$$

übergehen. Nach den oben gefundenen Bedingungen müsste diese, damit kein Integral der Gleichung (16) $z = 0$ als Punkt der Unbestimmtheit besitze, durch ein Integral

$$w_1 = e^{\int \phi dz}$$

befriedigt werden, für welches $\phi \cdot z$ für $z = 0$ endlich und bestimmt, also w_1 selber in $z = 0$ bestimmt wäre. Da aber auch $\frac{w_2}{w_1}$ die gleiche Eigenschaft besitzen muss, so wäre auch w_2 für $z = 0$ bestimmt. Demnach dürfte $z = 0$ für die Integrale der Gleichung (17) nicht ein Punkt der Unbestimmtheit sein, was aber der Voraussetzung widerspricht, wonach $k > 1$.[1]

Setzt man für w_1, w_2 die Werthe aus (5) bez. (5^a) in Gleichung (4) ein, so erhält man für y einen Ausdruck der Form

$$y = \frac{P + Q \cdot z^{r_2 - r_1}}{R + S \cdot z^{r_2 - r_1}} \tag{18}$$

bez. von der Form

$$y = \frac{P + Q \cdot z \cdot \log z}{R + S \cdot z \cdot \log z}, \tag{18^a}$$

worin P, Q, R, S in der Umgebung von $z = 0$ eindeutig, aber im Allgemeinen in $z = 0$ unbestimmt sind. Hieraus geht hervor, dass das allgemeine Integral der Gleichung (1) in $z = 0$ eine **bestimmte** Verzweigung erleidet.

Betrachten wir nunmehr den Fall

$$k = 1. \tag{II}$$

[1] S. meine Arbeit, Borchardt's Journal, Bd. 66 S. 146.

In diesem Falle erhält die Gleichung (1) die Form

$$(19) \qquad z\frac{dy}{dz} = p_0 + p_1 y + p_2 y^2$$

und die Gleichung (3) die Form

$$(20) \qquad \frac{d^2w}{dz^2} - \left[\frac{p_1}{z} - \frac{1}{z} + \frac{d\log p_2}{dz}\right]\frac{dw}{dz} + \frac{p_0 p_2}{z^2} w = 0\,,$$

und es ist[1] $z = 0$ nicht ein Punkt der Unbestimmtheit für die Integrale der Gleichung (20), folglich auch nicht für diejenigen der Gleichung (19).

Behält man die Bezeichnungen des Falles (I) bei, so bedeuten hier r_1, r_2 die Wurzeln der algebraischen Gleichung

$$(21) \qquad r^2 - B_0 r + A_0 C_0 = 0\,,^{2}$$

für den Fall, dass die Wurzeln dieser Gleichung nicht bloss um ganze Zahlen von einander verschieden sind, dagegen sind r_2 und $r_2 - g$ die Wurzeln derselben Gleichung, wenn sie nur um ganze Zahlen von einander verschieden sind. Wir wollen überdies im ersten Falle festsetzen, dass der reale Theil von r_2 nicht kleiner als der von r_1 sei.

Die Reihen ψ_1, ψ_2 bez. ψ und χ enthalten jetzt nur ganze positive Potenzen und es sind $\psi_1(0), \psi_2(0), \psi(0), \chi(0)$ von Null verschieden.

In dem Falle, dass die Differenz $r_2 - r_1$ keine ganze Zahl, ist noch ein Unterschied zu machen, je nachdem

a) der reale Theil von $r_2 - r_1$ positiv oder

b) der reale Theil von $r_2 - r_1$ Null.

In dem Falle a) folgt aus (18), dass das allgemeine Integral der Gleichung (19) in der Umgebung von $z = 0$ die Form hat

$$(22) \qquad y = \mathfrak{P}(z, z^{r_2 - r_1})\,,$$

wo $\mathfrak{P}$ eine nach ganzen positiven Potenzen von $z, z^{r_2 - r_1}$ fortschreitende Reihe bedeutet.

Für $z = 0$ ergiebt sich aus (18)

$$y = -\frac{r_1}{C_0}.$$

Setzt man in (21)

$$r = -C_0 s\,,$$

so erhält man die Gleichung

$$(21^a) \qquad C_0 s^2 + B_0 s + A_0 = 0\,.$$

[1] Ebenda.
[2] Ebenda S. 147 und BORCHARDT's Journal, Bd. 68 S. 367.

Man hat daher

$$(23) \qquad A_0 + B_0 y + C_0 y^2 = C_0\left(y + \frac{r_1}{C_0}\right)\left(y + \frac{r_2}{C_0}\right).$$

Für $y = -\frac{r_1}{C_0}$ erhält die rechte Seite der Gleichung (19) die Form

$$\lambda\left(y + \frac{r_1}{C_0}\right) + \mathfrak{P}\left(y + \frac{r_1}{C_0}, z\right),$$

wo

$$(24) \qquad \lambda = r_2 - r_1$$

und $\mathfrak{P}$ eine nach positiven ganzen Potenzen von z und $y + \frac{r_1}{C_0}$ fortschreitende Reihe bedeutet.

In dem Falle b) ist für das allgemeine Integral der Gleichung (19) der durch die Gleichung (18) gegebene Ausdruck beizubehalten, in welchem jedoch jetzt P, Q, R, S nach positiven ganzen Potenzen von z fortschreitende Reihen bedeuten.

Es sei nunmehr die Differenz der Wurzeln der Gleichung (21) eine ganze Zahl, diese Wurzeln also in der obigen Bezeichnung durch $r_2, r_2 - g$ dargestellt.

Es kann dann[1] noch immer ein Fundamentalsystem w_1, w_2 von Integralen der Gleichung (20) existiren, welches in der Umgebung von $z = 0$ die Form

$$(25) \qquad w_1 = z^{r_2} \cdot \psi_1, \quad w_2 = z^{r_2 - g} \cdot \psi_2$$

hat, wo ψ_1, ψ_2 nach positiven ganzen Potenzen von z fortschreitende Reihen bedeuten.

In diesem Falle ist λ in Gleichung (24) eine ganze positive Zahl und in diesem Falle ist das allgemeine Integral der Gleichung (19) der Form

$$(26) \qquad y = \mathfrak{P}(z),$$

wo $\mathfrak{P}(z)$ eine nach ganzen positiven Potenzen von z fortschreitende Reihe bedeutet.

Wenn aber in der Umgebung von $z = 0$ die Darstellung (5^a) gilt, so folgt aus Gleichung (18^a), dass das allgemeine Integral y in der Umgebung von $z = 0$ die Form hat

$$(27) \qquad y = \mathfrak{P}(z, z\log z),$$

wo $\mathfrak{P}$ eine nach ganzen positiven Potenzen von $z, z\log z$ fortschreitende Reihe bedeutet.

[1] Siehe meine Arbeit, Borchardt's Journal, Bd. 66 S. 157 und Bd. 68. S. 376 ff.

Die Formeln (22) und (27) sind in Übereinstimmung mit den Resultaten der HH. Picard und Poincaré,[1] welche dieselben bei der Untersuchung der Gleichung

$$z\frac{du}{dz} = az + bu + \ldots$$

aus anderen Gesichtspunkten hergeleitet haben.

Wir wollen hier nur noch bemerken, dass wenn der Coefficient von i in einer Grösse a nicht verschwindet, der Punkt $z = 0$ genau genommen als ein Punkt der Unbestimmtheit der Function z^a aufgefasst werden müsste. In der That sei

$$a = \alpha + \beta i,$$

β von Null verschieden, und sei

$$z = \rho e^{(\phi + 2m\pi)i},$$

so kann

$$\alpha \log \rho - \beta(\phi + 2m\pi),$$

wenn m als positive oder negative Zahl wächst und gleichzeitig ρ auf geeignete Weise abnimmt, jeden beliebigen Werth erhalten. Demnach kann der Modul von z^a, wenn z gleichzeitig Umdrehungen um $z = 0$ macht und sich der Null annähert, jeden beliebigen Werth annehmen.

5.

Als ein ferneres Beispiel werde die Differentialgleichung

$$(1) \qquad z^k \frac{dy}{dz} = p_0 + p_1 y + p_2 y^2 + p_3 y^3$$

betrachtet, in welcher p_0, p_1, p_2, p_3 in der Umgebung von $z = 0$ eindeutige und continuirliche Functionen sind, zwischen denen die Gleichung

$$(2) \qquad \tfrac{4}{3}\left(p_3 \frac{dp_2}{dz} - p_2 \frac{dp_3}{dz}\right) z^k - \tfrac{4}{3} p_1 p_2 p_3 + \tfrac{8}{27} p_2^3 + 4 p_0 p_3^2 = 0$$

besteht. Setzt man

$$(3) \qquad -\tfrac{4}{3}\frac{p_2}{z^k} y - \frac{2p_3}{z^k} y^2 = \frac{1}{w}\cdot\frac{dw}{dz},$$

so folgt

$$(4) \qquad \frac{d^2 w}{dz^2} - \lambda \frac{dw}{dz} - \mu w = 0,$$

wo

[1] Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 1878, und Journal de l'École Polytechnique cah. 45 p. 21 und 26.

(5)
$$\begin{cases} \mu = -\frac{4}{3}\frac{p_0 p_2}{z^{2k}} \\ \lambda = -\frac{k}{z} - \frac{d \log p_2}{dz} + \frac{3 p_0 p_3}{p_2 z^k} + \frac{p_1}{z^k}. \end{cases}$$

Ist $k > 1$, so ist wiederum $z = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit für die Integrale der Gleichung (4) und demnach im Allgemeinen auch für die der Gleichung (1).

Ausserdem ergiebt die Gleichung (3), dass die Integrale y im Allgemeinen in der Umgebung von $z = 0$ eine unbestimmte Verzweigung erfahren.

6.

Mit den vorhergehenden Untersuchungen hängt auf das Engste die Frage zusammen: wie viele Integrale einer Differentialgleichung vermögen vorgeschriebenen Anfangsbedingungen Genüge zu leisten?

Wir beschränken uns hierbei auf Differentialgleichungen der Form

(F)
$$\frac{dy}{dz} = \Phi(z, y),$$

wo $\Phi(z, y)$ eine wohldefinirte Function der beiden Variabelen bedeutet, und auch nur auf den Fall, dass die Anfangswerthe (z_0, y_0) keine Singularität der Function $\Phi(z, y)$ darbieten. In diesem Falle giebt es bekanntlich eine Lösung der Gleichung (F) $y = u$ von der Beschaffenheit, dass für $z = z_0$, $u = y_0$, und dass sie innerhalb eines gewissen $z = z_0$ umgebenden Gebietes eindeutig und stetig ist.[1]

Setzen wir

(1)
$$y = u + v,$$

so erhalten wir für v die Differentialgleichung

(2)
$$\frac{dv}{dz} = \Phi(z, u + v) - \Phi(z, u).$$

Es sei

(3)
$$\Phi(z, u + v) - \Phi(z, u) = v^m \Psi(z, u, v),$$

so ist, wenn man von einzelnen singulären Werthen von z abstrahirt, $\Psi(z, u, v)$ nach ganzen positiven Potenzen von v entwickelbar.

Wir haben schon oben in Nr. 2 bemerkt, dass wir im Allgemeinen nicht mit Briot und Bouquet[2] aus (2) und (3) den Schluss ziehen

---

[1] Siehe Briot et Bouquet a. a. O. p. 136—144.
[2] A. a. O. p. 145.

können, dass es ausser $y = u$ kein anderes Integral der Gleichung (F) geben könne, welches für $z = z_0$ den Werth $y = y_0$ annähme.

In der That betrachten wir in der mit (2) identischen Gleichung

$$(G) \qquad \frac{dz}{dv} = \frac{1}{v^m} \Psi(z, u, v)$$

z als Function von v, so hat (G) die Beschaffenheit der Gleichung (A), wenn in der letzteren y mit z und z mit v vertauscht und $k = m$ gesetzt wird. Denn da die Function u von z als in ihrem ganzen Verlaufe bekannt vorausgesetzt werden muss, so ist damit $\Psi(z, u, v)$ eine wohldefinirte Function von z und v.

Nun haben wir in den vorhergehenden Nummern erkannt, dass $v = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit der Integrale der Gleichung (G) sein kann, was auf dasselbe hinauskommt, dass es unzählig viele Functionen z von v geben kann, welche für $v = 0$ jeden beliebigen Werth, also auch den Werth $z = z_0$ annehmen und der Differentialgleichung (G) Genüge leisten. Dann aber giebt es auch unzählig viele Functionen v von z, welche für $z = z_0$ verschwinden und der Differentialgleichung (2) genügen, d. h. unzählig viele Functionen $y = u + v$, welche für $z = z_0$ den Werth y_0 annehmen und der Gleichung (F) genügen.

Der Fall, wo $m > 1$, setzt voraus, dass $y = u$ die Gleichung

$$(4) \qquad \frac{\partial \Phi(z, y)}{\partial y} = 0$$

befriedigt, derselbe tritt also nur für besondere Integrale der Gleichung (F) auf.

Aber wir haben in Nr. 3 erkannt, dass auch für $m = 1$ der Punkt $v = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit für die Integrale der Gleichung (G) werden kann.

Der Satz, dass es nur ein Integral u der Gleichung (F) gebe, welches vorgeschriebene Anfangsbedingungen (z_0, y_0) befriedigt, ist also nur dann richtig, wenn für diese Function u die Integrale der Gleichung (G) nicht den Punkt der Unbestimmtheit $v = 0$ besitzen.

7.

Zur Erläuterung des Vorhergehenden wollen wir zuerst ein Beispiel betrachten, in welchem $m > 1$. Es sei

$$(1) \qquad \frac{dy}{dz} = \Phi(z, y) = \frac{a(\alpha z + \beta y)^2 - \alpha(az + by)}{\beta(az + by) - b(\alpha z + \beta y)^2},$$

(5)
$$\mu = -\frac{4}{3}\frac{p_0 p_2}{z^{2k}}$$
$$\lambda = -\frac{k}{z} - \frac{d\log p_2}{dz} + \frac{3p_0 p_3}{p_2 z^k} + \frac{p_1}{z^k}.$$

Ist $k > 1$, so ist wiederum $z = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit für die Integrale der Gleichung (4) und demnach im Allgemeinen auch für die der Gleichung (1).

Ausserdem ergiebt die Gleichung (3), dass die Integrale y im Allgemeinen in der Umgebung von $z = 0$ eine unbestimmte Verzweigung erfahren.

6.

Mit den vorhergehenden Untersuchungen hängt auf das Engste die Frage zusammen: wie viele Integrale einer Differentialgleichung vermögen vorgeschriebenen Anfangsbedingungen Genüge zu leisten?

Wir beschränken uns hierbei auf Differentialgleichungen der Form

(F) $$\frac{dy}{dz} = \Phi(z, y),$$

wo $\Phi(z, y)$ eine wohldefinirte Function der beiden Variabelen bedeutet, und auch nur auf den Fall, dass die Anfangswerthe (z_0, y_0) keine Singularität der Function $\Phi(z, y)$ darbieten. In diesem Falle giebt es bekanntlich eine Lösung der Gleichung (F) $y = u$ von der Beschaffenheit, dass für $z = z_0$, $u = y_0$, und dass sie innerhalb eines gewissen $z = z_0$ umgebenden Gebietes eindeutig und stetig ist.[1]

Setzen wir

(1) $$y = u + v,$$

so erhalten wir für v die Differentialgleichung

(2) $$\frac{dv}{dz} = \Phi(z, u + v) - \Phi(z, u).$$

Es sei

(3) $$\Phi(z, u + v) - \Phi(z, u) = v^m \Psi(z, u, v),$$

so ist, wenn man von einzelnen singulären Werthen von z abstrahirt, $\Psi(z, u, v)$ nach ganzen positiven Potenzen von v entwickelbar.

Wir haben schon oben in Nr. 2 bemerkt, dass wir im Allgemeinen nicht mit Briot und Bouquet[2] aus (2) und (3) den Schluss ziehen

[1] Siehe Briot et Bouquet a. a. O. p. 136—144.
[2] A. a. O. p. 145.

können, dass es ausser $y = u$ kein anderes Integral der Gleichung (F) geben könne, welches für $z = z_0$ den Werth $y = y_0$ annähme.

In der That betrachten wir in der mit (2) identischen Gleichung

$$\text{(G)} \qquad \frac{dz}{dv} = \frac{1}{v^m} \Psi(z, u, v)$$

z als Function von v, so hat (G) die Beschaffenheit der Gleichung (A), wenn in der letzteren y mit z und z mit v vertauscht und $k = m$ gesetzt wird. Denn da die Function u von z als in ihrem ganzen Verlaufe bekannt vorausgesetzt werden muss, so ist damit $\Psi(z, u, v)$ eine wohldefinirte Function von z und v.

Nun haben wir in den vorhergehenden Nummern erkannt, dass $v = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit der Integrale der Gleichung (G) sein kann, was auf dasselbe hinauskommt, dass es unzählig viele Functionen z von v geben kann, welche für $v = 0$ jeden beliebigen Werth, also auch den Werth $z = z_0$ annehmen und der Differentialgleichung (G) Genüge leisten. Dann aber giebt es auch unzählig viele Functionen v von z, welche für $z = z_0$ verschwinden und der Differentialgleichung (2) genügen, d. h. unzählig viele Functionen $y = u + v$, welche für $z = z_0$ den Werth y_0 annehmen und der Gleichung (F) genügen.

Der Fall, wo $m > 1$, setzt voraus, dass $y = u$ die Gleichung

$$\text{(4)} \qquad \frac{\partial \Phi(z, y)}{\partial y} = 0$$

befriedigt, derselbe tritt also nur für besondere Integrale der Gleichung (F) auf.

Aber wir haben in Nr. 3 erkannt, dass auch für $m = 1$ der Punkt $v = 0$ ein Punkt der Unbestimmtheit für die Integrale der Gleichung (G) werden kann.

Der Satz, dass es nur ein Integral u der Gleichung (F) gebe, welches vorgeschriebene Anfangsbedingungen (z_0, y_0) befriedigt, ist also nur dann richtig, wenn für diese Function u die Integrale der Gleichung (G) nicht den Punkt der Unbestimmtheit $v = 0$ besitzen.

7.

Zur Erläuterung des Vorhergehenden wollen wir zuerst ein Beispiel betrachten, in welchem $m > 1$. Es sei

$$\text{(1)} \qquad \frac{dy}{dz} = \Phi(z, y) = \frac{a(\alpha z + \beta y)^2 - \alpha(az + by)}{\beta(az + by) - b(\alpha z + \beta y)^2},$$

wo $a\beta - b\alpha$ von Null verschieden. Wählen wir die Anfangswerthe $\left(z_0, -\frac{\alpha}{\beta} z_0\right)$, so ist

$$\Phi(z_0, y_0) = -\frac{\alpha}{\beta}$$

ein bestimmter Werth, und $\Phi(z.y)$ hat in der Umgebung von $\left(z_0, -\frac{\alpha}{\beta} z_0\right)$ die in voriger Nummer verlangte Eigenschaft. Das Integral u ist

$$(2) \qquad u = -\frac{\alpha}{\beta} z.$$

Setzen wir in (1)

$$(3) \qquad y = u + v,$$

so folgt die der Gleichung (G) entsprechende Gleichung

$$(4) \qquad \frac{dz}{dv} = \frac{1}{\beta(a\beta - \alpha b)} \cdot \frac{(a\beta - \alpha b)z + b\beta v - b\beta^2 v^2}{v^2}.$$

In der That wird diese Gleichung befriedigt durch

$$(5) \qquad (\alpha b - \beta a)z = b\beta v - \beta C e^{-\frac{1}{\beta v}},$$

wo C eine willkürliche Constante.

Demnach giebt es unzählig viele Integrale der Gleichung (1)

$$(6) \qquad y = -\frac{\alpha}{\beta} z + v,$$

wo v eine Lösung der Gleichung (5), welche sämmtlich für $z = z_0$ den Werth $y_0 = -\frac{\alpha}{\beta} z_0$ erhalten. Man hat dazu nur in Gleichung (5) v so gegen Null convergiren zu lassen, dass z den Werth z_0 annimmt.

8.

Ein weiteres Beispiel betreffe den Fall $m = 1$. Es sei die (F) entsprechende Gleichung

$$(1) \qquad \frac{dy}{dz} = -\frac{1}{4} \frac{1}{z(z-1)} - \frac{2z-1}{z(z-1)} y - y^2.$$

Haben η_1, η_2 dieselbe Bedeutung wie in meiner Arbeit,[1] und vertauscht man daselbst u mit z, so hat das allgemeine Integral von (1) den Werth

[1] Borchardt's Journal, Bd. 83 S. 15 ff.

$$(2)\qquad y = \frac{c_1 \frac{d\eta_1}{dz} + c_2 \frac{d\eta_2}{dz}}{c_1\eta_1 + c_2\eta_2},$$

wo c_1, c_2 willkürliche Constanten bedeuten.

Man hat daher

$$(3)\qquad y - \frac{d\log\eta_1}{dz} = c_2 \frac{\eta_1 \frac{d\eta_2}{dz} - \eta_2 \frac{d\eta_1}{dz}}{\eta_1(c_1\eta_1 + c_2\eta_2)} = \frac{c_2 C}{z(z-1)\,\eta_1\,(c_1\eta_1 + c_2\eta_2)},$$

wo C eine Constante bezeichnet.[1] Nach unzählig vielen Umläufen um $z=1$ bleibt η_2 ungeändert, während η_1 in

$$\lim\,(\eta_1 - 2n i\eta_2) \text{ für } n = \infty$$

übergeht,[2] also im Allgemeinen unendlich wird.

Für einen beliebigen von $z=0, 1, \infty$ verschiedenen, aber willkürlichen Werth von z wird daher nach Gleichung (3)

$$(4)\qquad \lim y = \lim \frac{d\log\eta_1}{dz} = \frac{d\log\eta_2}{dz}.$$

Man kann also hieraus ersehen, dass im Allgemeinen in einem beliebigen Punkt $z=z_0$ unzählig viele Integrale gegen denselben Werth convergiren, wenn z auf geeigneten Wegen nach z_0 geführt wird.

Die der Gleichung (G) entsprechende Gleichung wird in unserem Falle

$$(5)\qquad \frac{dz}{dv} = \frac{1}{v}\,\frac{z(z-1)}{-2z+1-2u\cdot z(z-1) - vz(z-1)} = \frac{1}{v}F(v, z)$$

wo wir das Integral u der Gleichung (1)

$$(6)\qquad u = \frac{d\log\eta_2}{dz}$$

wählen.

Wenn wir auf diese Gleichung das Verfahren der Nr. 3 anwenden, nachdem wir daselbst z mit v und y mit z vertauscht, so erhalten wir

$$(7)\qquad F(0, z) = \frac{z(z-1)}{-2z+1-2uz(z-1)}.$$

Wenn wir daher entsprechend der Gleichung (B') ζ aus der Gleichung

$$(8)\qquad \frac{d\zeta}{dv} = \frac{1}{v}\,F(0, \zeta)$$

[1] BORCHARDT's Journal, Bd. 83 S. 19.

[2] Ebenda, S. 22.

bestimmen, so folgt aus derselben durch Integration

$$\log c - \log \zeta(\zeta - 1) - 2 \log \eta_2 = \log v,$$

wo η_2 das Argument ζ beigelegt wird und wo c eine Constante bedeutet; demnach ist

$$(9) \qquad v = \frac{c}{\eta_2^2 \cdot \zeta(\zeta - 1)}.$$

Macht ζ unendlich viele Umläufe um $\zeta = 0$, so wird

$$\lim \eta_2 = \infty$$

für willkürliche von $0, 1, \infty$ verschiedene Werthe von ζ. Demnach entspricht dem $v = 0$ ein willkürlicher Werth von ζ.

Führen wir die Variabele ζ an die Stelle von v in Gleichung (5) ein, d. h. bilden wir die der Gleichung (C') entsprechende Gleichung, so folgt aus Nr. 3, dass, je nach den verschiedenen Wegen, auf welchen v in Null einrückt und alle möglichen Werthe von ζ hervorbringt, auch alle möglichen Werthe z, also auch $z = z_0$, erzielt werden können. Wir haben am Anfang dieser Nummer auf anderem Wege gezeigt, dass in der That diese Werthe auch erzielt werden.

Ausgegeben am 18. März.

1886.
XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

11. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. A. Kirchhoff las über das Bruchstück eines attischen Psephisma.

Die Mittheilung folgt umstehend.

Über das Bruchstück eines attischen Psephisma.

Von A. Kirchhoff.

In der Athenischen Ephemeris von 1883 ist S. 170 ff. durch Hrn. Kumanudes die Abschrift eines arg verstümmelten attischen Psephisma des 5. Jahrhunderts veröffentlicht worden, welches, wie der Herausgeber bemerkt, der verhältnissmässig geringen Anzahl von Urkunden dieser Art angehört, die der Zeit des grossen Krieges entstammen, und aus diesem Grunde besondere Aufmerksamkeit verdient. Der Fundort des Originales wird nicht näher angegeben (*ἐξ Ἀθηνῶν καὶ τοῦτο τὸ τεμάχιον*, heisst es ganz im Allgemeinen); da es indessen durch Schenkung in die Sammlung der archaeologischen Gesellschaft zu Athen gelangt ist, so darf als feststehend angenommen werden, dass es nicht direct von der Akropolis stammt. Leider ist die mitgetheilte Abschrift, weil nur in Minuskeln gegeben und von schwer wiegenden Ungenauigkeiten der Lesung im Einzelnen nicht frei, in keiner Weise geeignet, als Grundlage für einen Herstellungs- und Erklärungsversuch der Urkunde zu dienen, wie denn auch der Herausgeber selbst auf einen solchen einfach verzichtet hat, und auch ich würde ihn nicht wagen können, wenn nicht eine genauere und zuverlässigere Copie Hrn. Koehler's, welche sich in meinen Händen befindet, sicheren Anhalt böte und zu einem solchen Versuche aufforderte. Ich theile daher diese Abschrift hier mit und begleite sie mit einigen Bemerkungen, nicht als ob ich glaubte, die Frage zum Abschluss gebracht zu haben, sondern, um auch Anderen die Möglichkeit zu gewähren, ihr näher zu treten und zu ihrer Lösung an ihrem Theile beizutragen.

Ι ◡ Λ Μ Ο Ι Α Κ Α
Λ Ε Υ Σ . . . Α Μ . Α Τ
Υ Ρ Τ Ι Ο . . Π Ε Σ Τ Α
Ε Ν Π Ο . . Σ Ι Ν Τ Ο Ν
Τ Ε Λ Ο Σ Τ . Σ Μ Ε Τ Α Π
Α Τ Ο Ν Ι . Ν Ο Ν Τ Ο Ν Λ
Ͻ Ι Σ Η Ο Δ Α Ν Δ Α Ν Ε Ι
Ι Σ Π Α . Ι Ν Η Ο Ι Τ Ρ Ι
Μ Ε Ν Ο Σ Π Λ Ε Ν Ε Π Ι Τ
Ͻ Σ Τ Α Χ Ι Σ Τ Α Α Π Ο Σ
Ο Ι Ε Ι Δ Ε Μ Ε Ε Σ Α Λ Ϲ
Ι Κ Α Σ Τ Ε Ρ Ι Ο Ν Η Ο .
Ε Ε Θ Ε Λ Ο Ν Τ Ο Σ Α Π Ι
Κ Ο Μ Ι Δ Ε Σ Τ Ο Ν Ν Ε .
Λ Μ Α Κ Ε Δ Ο Ν Ι Α Σ Σ .
Ε Λ . Θ Ε Ν Α Ι Η Ο Π Ο Σ
Τ Α Α Θ Ε Ν Α Ι Ξ Ε Κ Α Ι Π
Α Ν Κ Ο Μ Ι Ι Ξ Ε Τ Α Ι Η Ε
Λ Α Κ Ε Ν Τ Ε Ν Α Ρ Ι Σ Τ
Κ Α Τ Α Τ Α Υ Τ Α Ο Φ Ε Λ
Ν Η Ι Ε Ρ Α Σ Τ Ε Ι Α Θ
◠ Ν Τ Ι Κ Α Ι Κ Ο Μ
^ Ο Δ

Zur Vergleichung füge ich die abweichenden Lesungen der ersten Abschrift bei: Zeile 1 . . . Λαγορ; ακα . . , Zeile 2 . . λε|ς . . . αμπατ . . , Zeile 3 . . υρτιΣ; . . πε . . Α . . . . , Zeile 5 μετὰ | . , Zeile 6 ατον || νοντονα, Zeile 8 . . . ις πά-(λ)ιν, Zeile 11 ο|, εἰ δὲ μὲ ἐσάγο-, Zeile 15 ἐγ Μακεδονίας (wohl blosser Druckfehler, statt ἐ)γ Μακεδονίας), Zeile 16 ἐπιμ)ελεθε͂ναι, Zeile 21 ;) || ἱερὰς, Zeile 23 ΛΟΛ. Diese Vergleichung wird, hoffe ich, Jedermann überzeugen, dass für jeden, welcher das Original selbst zu befragen nicht in der Lage sich befindet, ein Herstellungsversuch lediglich auf die Koehler'sche Lesung zu basiren ist.

Die von den drei ersten Zeilen erhaltenen Buchstaben erweisen sich nunmehr auf den ersten Blick als Reste der bekannten Formeln des Praescriptes eines Psephisma. Da die Buchstaben auf dem ganzen erhaltenen Fragment genau στοιχηδὸν geordnet sind und der rechte Rand der Platte weiter unten grösstentheils erhalten ist, so lässt sich die Zahl der gegen Ende der drei ersten Zeilen nach rechts hin weggebrochenen und zu ergänzenden Buchstaben genau bestimmen und der Tenor des Praescriptes, abgesehen von den in die Lücken fallenden Eigennamen, mit völliger Sicherheit folgendermassen herstellen:

["Εδοξεν τῆ βουλῆ καὶ τῶ]ι δήμῳ. 'Ακα[μα]-
[ντὶς ἐπρυτάνευε, ...]λεὺς [ἐγρ]αμ[μ]άτ[ευ]-
[ε, ... ἦρχε, Σιβ]ύρτιο[ς ἐ]πεστά[τει]

Wollte man dagegen einwenden, da der obere Rand des Fragmentes ausdrücklich als gebrochen bezeichnet werde, bliebe die Möglichkeit, dass unserem Psephisma ein oder mehrere andere vorausgingen und dass entweder der Anfang der Praescripte des unsrigen auf die vorhergehende Zeile zurückgriff oder der Text des unmittelbar vorhergehenden in den Anfang der jetzt ersten Zeile herüberreichte, dass die Zeilen folglich um eine Anzahl Stellen entweder kürzer oder länger waren, als sie unter der Voraussetzung sich ergeben, dass das Praescript unseres Psephisma mit dem Anfang der ersten Zeile begann, so antworte ich darauf mit dem Hinweis, dass im ersten Falle Zeile 2 für den zu ergänzenden Anfang des Namens des Rathsschreibers, welchen mit Sicherheit herzustellen ich mich allerdings ausser Stande erklären muss, kein Raum verbleiben würde, im zweiten, Zeile 3, wenn ich dort den Namen des Epistaten der Prytanen richtig ergänzt habe (und ich wüsste in der That nicht, wie er anders ergänzt werden könnte) und die Ausgänge der beiden in die Lücke fallenden Verbalformen, wie dies so gut wie Regel ist, mit vocalischem Auslaut geschrieben waren, der Name des Archon, welcher hier gestanden haben muss, eine Stellenzahl erhalten würde, welche das höchste Maass der bekannten Archontennamen aus der Zeit, welcher die Urkunde ihrem Schriftcharakter nach zu urtheilen angehören muss, d. h. der Periode nach Ol. 83, nur dann nicht überschreiten würde, wenn die Zahl der jeder Zeile zu Anfang hinzutretenden Buchstaben nicht mehr als höchstens zwei betrüge; die höchste Stellenzahl eines Archontennamens dieser Zeit ist nämlich 11 (Lysimachides Ol. 83, 4, Praxiteles Ol. 84, 1, Apollodoros Ol. 87, 3). Diese Erwägungen machen es meines Erachtens wenigstens wahrscheinlich, dass der erste Buchstabe des Praescriptes zugleich der erste unserer ersten Zeile gewesen ist, gleichviel, ob vor derselben auf dem weggebrochenen oberen Theile überhaupt noch Buchstaben gestanden haben oder nicht. Halten wir zunächst hieran fest, so ergibt die alsdann ganz sichere Ergänzung der ersten Zeile, dass die Stellenzahl derselben und folglich, da die Urkunde *στοιχηδὸν* geschrieben ist, auch aller anderen 31 gewesen sein müsste, woraus sich die Möglichkeit ergeben würde, den Umfang des Defectes einer jeden Zeile nach links hin genau zu bestimmen, und die, wie mir scheint, nicht minder sichere von Zeile 3, dass der Name des Archon genau neun Stellen füllte, woraus für die Bestimmung des Jahres, in welches die Urkunde zu setzen ist, einiger Anhalt zu gewinnen ist

Auf keinen Fall aber haben die Zeilen mehr als 33, der Name des Archon auf Zeile 3 mehr als 11 Stellen enthalten. Ich werde im Folgenden von der Voraussetzung ausgehen, welche die grössere Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Zu Anfang von Zeile 4 muss, wie der Augenschein lehrt, die Bezeichnung des Antragstellers gestanden haben. Bringen wir die vier Stellen der Verbalform *εἶπε* in Abzug, so bleiben 13 Buchstaben zu ergänzen, welche sich auf den Namen des Antragstellers und den jetzt verstümmelten Anfang des Tenors seines Antrages vertheilen. Was nach der Lücke von der Zeile erhalten ist, wüsste ich zunächst nicht anders, als *τ]ὴν πο[ίη]σιν τῶν ..* (oder allenfalls *τοῦ ν ..*) zu lesen und zu ergänzen. Zeile 7 haben wir sodann nach 18 weggebrochenen Buchstaben und der erhaltenen Dativendung *οις* den Anfang eines selbständigen Satzes: *ὃ δ' ἂν δανει*, was sich nur in *δανείσωσι, δανείσωνται* oder allenfalls *δανεισθῇ* ergänzen lässt. Es entsteht nun die Frage, ob Alles, was von der ungefähren Mitte von Zeile 4 an bis zu jenem verstümmelten Dativ auf Zeile 7 steht und gestanden hat, als ein und demselben Satzgefüge angehörig zu betrachten ist, eine Frage, welche ich glaube bejahen zu müssen. Zeile 5 lesen wir nach 13 oder, nach Hinzurechnung der beiden am Ende von Zeile 4 verloren gegangenen Zeichen, 15 weggebrochenen Buchstaben die sicher zu lesenden und zu ergänzenden Worte *στρα]τηγοὺς τ[οὺ]ς μετὰ* Π., auf der folgenden nach zusammen 19 zerstörten Zeichen *α τῶν [νῦ]ν ὄντων δ*, zwischen welchen ebenfalls ganz sicher ergänzten Worten und der Dativendung *οις* auf Zeile 7, wie schon bemerkt, 18 Buchstaben in Wegfall gekommen sind. Erwägt man nun, dass in dem Raume dieser sonach 52 oder, wenn man auf Zeile 4 vor *τὴν ποίησιν* die grösstmögliche Zahl von Buchstaben, welche nach Ergänzung des denkbar kürzesten Eigennamens verbleiben würde, nämlich acht, zusammen im Ganzen höchstens 60 zu ergänzenden Zeichen nicht weniger als vier Substantive im Genetiv oder Dativ Pluralis unterzubringen sind, von denen entweder gar nichts oder nur der Anfangsbuchstabe erhalten ist, wozu der Artikel des einen auf Zeile 7 (*τοῖς*) und Zeile 6 zu Anfang des Erhaltenen das auf *α* endigende Wort hinzutreten, während von der oder den unentbehrlichen Verbalformen nicht einmal eine Spur erhalten ist, so überzeugt man sich leicht, dass der vorhandene Raum nicht ausreicht, um mehr als eine Verbalform und die dann nothwendige Verbindungspartikel und was sonst damit zusammenhängen würde anzubringen, dass wir es folglich mit einem einheitlichen Satzgefüge zu thun und eben nur ein Verbum zu ergänzen haben. Auch Sinn und Form desselben können nicht zweifelhaft sein. Die Fortsetzung auf Zeile 7 *ὃ δ' ἂν δανει--* lehrt nämlich, dass im Vorher-

gehenden die Anweisung oder Ermächtigung für die Zeile 5 näher bezeichneten Strategen enthalten war, einen Vorschuss zu zahlen oder sich zahlen zu lassen. Dann kann Zeile 6 α τῶν [νῦ]ν ὄντων δ-- nicht wohl anders als zu παρ]ὰ τῶν [νῦ]ν ὄντων δ-- ergänzt werden und enthält die Bezeichnug der Stelle, von welcher der Vorschuss zu leisten war. Folglich waren die Strategen diejenigen, welche ermächtigt wurden, einen Vorschuss zu entnehmen, und die fehlende Verbalform muss δανείσασθαι gewesen sein, kann also nur in einer der Lücken zu Anfang von Zeile 5 oder 6 gestanden haben, nicht auf Zeile 4, auf welcher kein genügender Raum für ein elfstelliges Wort zur Verfügung steht. Daraus folgt alsdann, dass Zeile 4 τὴν ποίησιν nicht als Object zum Verbum gefasst werden kann, sondern zur Angabe des Zweckes gedient haben muss, zu welchem das Darlehn aufgenommen werden sollte, mit anderen Worten, dass davor eine Praeposition, aller Wahrscheinlichkeit nach ἐς, zu ergänzen ist; das allerdings unentbehrliche Object zu δανείσασθαι muss dagegen in einer der Lücken Zeile 5 oder 6 gestanden haben. Zeile 6—8 folgt sodann eine Bestimmung über die Rückzahlung der entliehenen Gelder, welche sich mit ziemlicher Sicherheit zu ὃ δ' ἂν δανεί|[σωσιν, ἀποδόντων αὐτο]ὶς πά[λ]ιν οἱ τρι|-- ergänzen lässt. Das verstümmelte letzte Wort kann, soviel ich zu sehen vermag, nur entweder τριήραρχοι oder τριηροποιοί gewesen sein, so dass die angeordnete Maassregel unter allen Umständen als im Interesse der Herstellung von Schiffen oder Schiffsmaterial getroffen aufzufassen ist und folglich Zeile 4 bis 5 ἐς τ]ὴν ποίησιν τῶν [νε]ῶν oder dergleichen gestanden haben muss. Dass nun den bestellten Trierarchen die Reparatur und Ergänzung des ihnen vom Staate überwiesenen, aber während des Dienstes durch ihr Verschulden unbrauchbar gewordenen oder in Abgang gekommenen Schiffsmateriales obgelegen und sie die daraus entstehenden Kosten zu tragen gehabt haben, steht allerdings fest; allein die vorliegenden Anordnungen auf einen Fall oder Fälle dieser Art zu beziehen, scheint mir der Umstand zu verbieten, dass die merkwürdig indirecte Weise, in der unter dieser Voraussetzung die Trierarchen nachträglich zur Ableistung der ihnen obliegenden pecuniären Verpflichtungen veranlasst würden, keine irgend genügende Erklärung zulässt; auch deutet die Wahl des Ausdruckes in ἐς τὴν ποίησιν darauf hin, dass es sich jedenfalls nicht um Reparaturen, sondern ausschliesslich um Herstellung von neuem Material gehandelt hat. Diess aber war Sache des Staates, der die dazu nothwendigen Kosten aus eigenen Mitteln zu bestreiten hatte, nicht aber willkürlich den Trierarchen zur Last schreiben konnte. Ich halte daher die Ergänzung οἱ τρι[ήραρχοι für unzulässig und sehe mich dann genöthigt, mich für die andere, dann

allein mögliche, nämlich *οἱ τρι[ηροποιοὶ* zu entscheiden. Dass eine Beamtung dieses Namens zeitweise wenigstens bereits im 5. Jahrhundert bestand, wird durch die Urkunden C. I. A. I. 77 und 78[1] ausser Zweifel gestellt, und dass sie über eine Casse zu verfügen hatte, ist selbstverständlich. Diese Casse, aus welcher Ausgaben für Arbeiten der Art, um die es sich hier handelt, eigentlich zu bestreiten waren, war im vorliegenden Falle aus irgend einem Grunde augenblicklich zahlungsunfähig, weshalb, um die Arbeiten selbst nicht einstellen zu müssen, die Strategen ermächtigt wurden, während der Dauer dieser Zahlungsunfähigkeit sich die nöthigen Gelder vorbehaltlich der Rückzahlung durch die zahlungspflichtige Casse nach wieder eingetretener Zahlungsfähigkeit derselben von einer anderen Stelle leihweise vorschiessen zu lassen. Der Name dieser Stelle begann laut Zeile 6 mit einem *δ*, und ich wüsste nicht zu sagen, was dort anders ergänzt werden könnte, als *δ[ημάρχων*. Es wären also die Cassen der Demen, auf welche in der Verlegenheit zurückgegriffen wurde, und dass die Demarchen, welche aus diesen Cassen den Vorschuss zu leisten damit angewiesen werden, ausdrücklich als die zur Zeit im Amte befindlichen bezeichnet werden, würde sich daraus erklären. dass die Maassregel kurz vor Jahresschlusse beschlossen wurde, ihre Ausführung aber keine Verzögerung durch den um diese Zeit eintretenden Wechsel der Gemeindebeamten erleiden sollte. Was endlich den Dativ betrifft, von welchem Zeile 7 nach der Lücke nur die Endung erhalten ist, so meine ich, dass durch ihn die Personen, zu der Befriedigung von deren Forderungen die flüssig zu machenden Gelder verwendet werden sollten, also Arbeiter auf den Schiffswerften bezeichnet waren, so dass mit Berücksichtigung der auszufüllenden Stellenzahl etwa *τοῖς σκευουργ]οῖς* oder dem Ähnliches zu ergänzen sein würde. Die Lesung und Ergänzung von Zeile 4 bis 9, welche ich vorschlage, würde sich danach folgendermaassen gestalten:

[ὁ δεῖνα εἶπε· ἐς τ]ὴν πο[ίη]σιν τῶν [νε]-
[ῶν δανείσασθαι στρα]τηγοὺς τοὺς μετὰ Π.
[. . . . . τὸ ἀργύριον παρ]ὰ τῶν [νῦ]ν ὄντων δ-
[ημάρχων τοῖς σκευουργ]οῖς. ὃ δ' ἂν δανεί-
[σωσιν, ἀποδόντων αὐτο]ῖς πά[λ]ιν οἱ τρι-
[ηροποιοί.

---

[1] Das erste dieser beiden Stücke soll im Piraeeus gefunden sein. Ich vermuthe allerdings, dass unser Fragment ebendaher stammen möge, glaube es aber für einen blossen Zufall halten zu müssen, dass die Zahl der Buchstaben einer jeden Zeile auf jenem (33) der auf dem unsrigen vorausgesetzten (31) so nahe liegt, und würde den Versuch einer Combination nur auf Grund einer Vergleichung der beiderseitigen Schriftcharaktere und der Maasse für angezeigt halten, welche auffällige Übereinstimmung auch nach dieser Seite ergäbe.

Es folgt Zeile 9 bis Anfang von Zeile 11 eine weitere Bestimmung, die mit der vorhergehenden unmittelbar nichts zu thun hat, und die sich mit annähernder Sicherheit folgendermaassen herstellen lässt:

τοὺς δὲ τεταγ]μένους πλεῖν ἐπὶ τ-
[. . . . .]ως τάχιστα ἀποσ-
[τειλάντων οἱ στρατηγ]οί.

Es handelt sich, wie man sieht, um Beschleunigung der Absendung einer Truppenabtheilung auf dem Seewege, welche für ein gewisses Unternehmen bereits disponirt war und deren Bestimmung in der Lücke zu Anfang von Zeile 10 näher bezeichnet war, leider aber nicht mehr zu ermitteln ist.

Es folgt Zeile 11—12 und am Anfange von 13 im genauen Anschluss an die vorhergehende Anweisung an die Strategen eine Strafandrohung für dieselben im Falle, dass sie ihr nicht nachkommen und durch ihr Verschulden eine Verzögerung des Abganges jener Truppenabtheilung eintreten sollte:

εἰ δὲ μή, ἐσαγό-
[ντων αὐτοὺς . . . . . . ἐς δ]ικαστήριον ο[ἱ]

ich denke, πρυτάνεις. Die sechs auf Zeile 12 unausgefüllt gebliebenen Stellen können meines Erachtens absolut nichts anderes, als die Bestimmung der Strafe enthalten haben, welche im Falle der Verurtheilung die Säumigen treffen sollte; ich ergänze also θανάτου, und meine, dass eine Ausdrucksform wie θανάτου ἐσάγειν ἐς δικαστήριον, wenn auch sonst nicht nachweisbar, doch durch die Analogie von κρίνειν, ὑπάγειν θανάτου hinreichend gerechtfertigt ist.

Nach Zeile 14 beginnt mit τῆς δὲ]κομιδῆς u. s. w. zweifellos nicht nur ein selbständiger Satz, sondern mit ihm zugleich ein neuer Abschnitt selbständigen Inhaltes, so dass die Reste von Zeile 13 und was davor und dahinter in den verbleibenden, ihrer Ausdehnung genau bemessbaren Lücken zu ergänzen ist, nothwendig mit zum vorhergehenden Abschnitte gezogen werden müssen. Leider lassen jene Reste an sich eine doppelte Lesung zu, -- ε(η) ἐθέλοντος ἀπι -- oder auch -- ε(η) ἤθελον τοὺς ἀπι --, in welch letzterem Falle das zuletzt stehende verstümmelte Wort durchaus keine andere Ergänzung als in ἀπι[όντας zulassen würde. Indessen dürfte es schwer oder vielmehr unmöglich sein, unter Zugrundelegung der ersteren Lesung zu einer sinngemässen Ergänzung zu gelangen. Ich gehe daher von der zweiten aus und gelange alsdann zu folgender Ergänzung, welche mindestens Wahrscheinlichkeit in Anspruch nehmen darf:

καθὼς ἂν εἰ μ]ὴ ἤθελον τοὺς ἀπι-
[όντας ἐξελθεῖν. τῆς δὲ]κομιδῆς u. s. w.

Die säumigen Strategen, durch deren Verschulden die geringste vermeidbare Verzögerung des Transportes herbeigeführt wird, sollen behandelt werden, als ob sie die anbefohlene und ihnen obliegende Abtransportirung überhaupt nicht ins Werk setzen wollten.

Der folgende Abschnitt, welcher die Zeilen 14—19 befasst, ist im Allgemeinen verständlich und lässt sich zum grösseren Theile seinem Wortlaute nach mit annähernder Sicherheit etwa so ergänzen:

τῆς δὲ]κομιδῆς τῶν νε[ῶ]-
[ν .... ἐ]γ Μακεδονίας σ.
[.............. ἐπιμ]ελ[η]θῆναι, ὅπως
[κομισθῶσιν ὡς τάχισ]τα Ἀθήναζε καὶ π-
[αρασκευασθῶσι, ὅπως] ἂν κομίζηται ἡ
[στρατιὰ .... φυ]λακὴν τὴν ἀρίστ-
[ην.

Die Lücke zu Anfang von Zeile 15 lässt leider eine sichere Ausfüllung nicht zu: vielleicht war ausser Makedonien hier noch ein anderer Stationsort genannt, von welchem die Schiffe nach Athen beordert wurden. Zeile 15 Ende und 16 zu Anfang waren die Personen bezeichnet, welchen die Sorge für die κομιδὴ der Schiffe übertragen wird; möglicherweise standen zwei Eigennamen, vielleicht waren sie nur nach ihrer Charge charakterisirt und man las beispielsweise σ[τ|ρατηγοὺς τοὺς ἐκεῖ oder dergleichen. Zeile 19 endlich war wahrscheinlich die Bestimmung der abzutransportirenden Truppen durch den Zusatz ἡ ἐς ..... φυ]λακὴν angedeutet oder es stand die Richtungsbestimmung ἐς .... φυ]λακὴν, obwohl in beiden Fällen der Zusatz τὴν ἀρίστην Schwierigkeiten bereitet, der alsdann nicht adjectivischer Zusatz zu φυλακὴν sein könnte, sondern für sich als adverbialer Ausdruck in der Weise von τὴν ταχίστην gefasst werden müsste, eine Wendung, welche ich als im Sprachgebrauche begründet sonsther nicht zu belegen wüsste.

Es folgt Zeile 20—22 Anfang eine Bussbestimmung, welche, da ihre Formel auf Urkunden dieser Zeit nicht selten, wenn auch in verschiedenen Variationen, begegnet, dem Geschäft der Ergänzung keine Schwierigkeit bereitet:

ἐὰν δέ τις μὴ ποήση]κατὰ ταῦτα, ὀφείλ-
[ειν χιλίας δραχμὰς αὐτὸ]ν ἱερὰς τῇ Ἀθ-
[ηναίᾳ.

Die folgenden Reste wird man nicht ergänzt verlangen. Doch will ich mit der Vermuthung nicht zurückhalten, dass nach Ἀθηναίᾳ Zeile 22 die Worte τῷ δὲ πρώτῳ ἐλθ]όντι καὶ κομ[ίσαντι gefolgt sein mögen, und dass es sich hier um das Versprechen irgend einer Be-

lohnung oder Auszeichnung für denjenigen Trierarchen gehandelt hat, der zuerst in Athen mit seinem Schiffe eintreffen würde.

Leider bietet die Form der Urkunde keine Anhaltspunkte, um unabhängig von ihrem Inhalte die Zeit ihrer Abfassung genau und sicher zu bestimmen. Weder sprachliche noch graphische Eigenthümlichkeiten begegnen, welche zu Schlüssen nach dieser Richtung berechtigen könnten, was bei dem gringen Umfange des Bruchstückes auch gar nicht Wunder nehmen kann. Selbst der Umstand, dass den Angaben des Praescriptes, wie die Ergänzung ausser Zweifel stellt, die Bezeichnung des zur Zeit fungirenden Archon in der Formel ὁ δεῖνα ἦρχε eingefügt war, darf nicht als durchaus sicheres Beweismoment gelten. Allerdings ist die Nennung des Archon theils in den Praescripten, theils in den Überschriften, mitunter auch in beiden zugleich, nach Ausweis der uns erhaltenen Urkunden erst seit Ol. 89, 4 bis zum Ende des Krieges die fasst ausnahmslose Regel, und zwar in den Praescripten in der Formel ὁ δεῖνα ἦρχε, in den Überschriften daneben mitunter auch in der später zur ausschliesslichen Herrschaft gelangten ἐπὶ τοῦ δεῖνος ἄρχοντος; allein er pflegt alsdann seine feste Stelle unmittelbar vor dem Namen des Antragstellers und nach dem des vorsitzenden Epistaten der Prytanen zu haben, nicht, wie dies in unserer Urkunde der Fall gewesen ist, vor dem letzteren; denn das einzige Beispiel, welches in diesem Punkte Übereinstimmung mit derselben zu zeigen scheint, C. I. A. I 62, ist leider nicht ganz sicher. Ausserdem findet sich aber der Name des Archon wenigstens vereinzelt schon auf Urkunden der Zeit vor Ol. 89, 4 genannt: so in der Überschrift von C. I. A. I 33 und 33a, aus Ol. 86, 4 (ἐπὶ τοῦ δεῖνος ἄρχοντος) und in den Praescripten der beträchtlich älteren 20 (ὁ δεῖνα ἦρχε), auch hier allem Anscheine nach zwischen den Namen des Epistaten und des Antragstellers. Somit ist ein einigermaassen sicherer Schluss auch nur auf die ungefähre Zeit unserer Urkunde aus dem Vorkommen der betreffenden Formel in ihren Praescripten nicht möglich, und es bleibt als einzig sicherer Anhalt für eine Zeitbestimmung nur allein die Thatsache übrig, dass der leider weggebrochene Name des auf ihr genannt gewesenen Archon aller Wahrscheinlichkeit nach neunstellig war. Neunstellige Archontennamen aber begegnen in dem Zeitraume, welchem die Urkunde ihrem graphischen Charakter nach angehören muss, nicht weniger als neun, nämlich Morychides A. 85, 1, Glaukides A. 85, 2, Euthymenes Ol. 85, 4, Pythodoros Ol. 87, 1, Euthydemos Ol. 87, 2, Epameinon Ol. 87, 4, Astyphilos Ol. 90, 1, Theopompos Ol. 92, 2 und endlich Antigenes Ol. 93, 2. Welchem aber von diesen Jahren die Urkunde angehört, lässt sich, wenn überhaupt, selbstverständlich nur unter Berücksichtigung ihres Inhaltes, soweit es ihn mit Sicherheit

zu ermitteln oben gelungen ist, feststellen. Aus ihm aber scheint folgendes Bild der Situation, in welcher der Beschluss gefasst worden ist, mit zweifelloser Deutlichkeit erkennbar zu sein:

Es ist die Zeit gegen Ende eines Attischen Kalenderjahres, Monat Mai oder Juni: auf den Werften des Staates ist der Bau oder die Reparatur einer Anzahl von Kriegsschiffen im Gange, droht aber in's Stocken zu gerathen, weil die Casse, welche die nöthigen Zahlungen zu leisten hat, geleert oder noch nicht gefüllt ist. Eine Reserve, auf welche zu Kriegszwecken zurückgegriffen werden könnte, ist offenbar im Schatze entweder überhaupt nicht oder nicht in einem Betrage vorhanden, dass man sie anzugreifen wagen könnte; denn die das Geschäft leitenden Mitglieder des Strategencollegiums werden angewiesen und bevollmächtigt, die nöthigen Gelder bei den Gemeindecassen leihweise unter Zusicherung späterer Rückzahlung bis auf Weiteres zu entnehmen. Gleichzeitig steht eine Streitmacht bereit, um zur Sicherung eines bedrohten Punktes, welcher ausserhalb des Gebietes von Attika und dem Anscheine auch weit der Makedonisch-Thrakischen Küste belegen zu denken ist, zu Schiffe verbracht zu werden. Die Gefahr ist dringend und höchste Eile nöthig; es werden daher die Strategen unter Androhung schwerster Busse verpflichtet, die Absendung auf das Äusserste zu beschleunigen. Es fehlt indessen für den Transport an der nöthigen Anzahl von Schiffen, und es werden darum die auf auswärtigen Stationen, im Besonderen die an der Makedonischen Küste, im Dienst befindlichen nach Athen heran beordert, um zu diesem Transport verwendet zu werden. Auch ihren Führern wird äusserste Eile zur Pflicht gemacht, die Säumigen mit Bussen bedroht, den zuerst eintreffenden, wie es scheint, eine Belohnung verheissen, alles Maassregeln, welche die damalige Kriegslage als eine ungewöhnlich kritische charakterisiren.

Von den neun oben bezeichneten Jahren, auf welche unsere Entscheidung durch die Stellenzahl des Archontennamens eingeschränkt ist, weisen nun aber nur zwei, soweit das aus der uns zugänglichen Überlieferung für uns noch erkennbar ist, gegen ihr Ende eine Situation auf, welche mit der durch die Inschrift für den Ausgang desjenigen Jahres, aus welchem sie stammt, bezeugten Ähnlichkeit hat, so dass die Wahl nur allein zwischen ihnen noch schwanken kann. Es sind diese die Jahre Ol. 87, 4 und 93, 2.

Im Laufe der zweiten Hälfte des ersteren Jahres, wahrscheinlich zur Zeit, als das Heer der Peloponnesier bereits wieder in Attika eingebrochen war und das platte Land in üblicher Weise bis in die Nähe der Mauern der Stadt zu verwüsten beschäftigt war, d. h. im Monat Mai 428, war in Athen die verbürgte Nachricht eingetroffen,

dass die Insel Lesbos unter Führung Mytilene's im Geheimen rüste und Vorkehrungen treffe, um von Athen abzufallen und sich dessen Gegnern anzuschliessen. Sie rief nicht geringe Aufregung hervor und die Stimmung war eine sehr gedrückte; ἦσαν γάρ, sagt Thukydides 3, 3, τεταλαιπωρημένοι (οἱ Ἀθηναῖοι) ὑπό τε τῆς νόσου καὶ τοῦ πολέμου ἄρτι καθισταμένου καὶ ἀκμάζοντος. Auch mit ihren Geldmitteln stand es nicht zum Besten. Bereits im Beginn von Ol. 88, 1 sahen sie sich genöthigt, zum ersten Male seit Beginn des Krieges sich eine ausserordentliche Kriegssteuer von 200 Talenten aufzuerlegen und weiter gegen die mit ihren Zahlungen im Rückstande gebliebenen oder sie verweigernden Bundesgenossen auf dem Wege der bewaffneten Execution vorzugehen (3, 19), Umstände, aus denen ich glaube folgern zu müssen, dass die zu Anfang des Krieges für die Zwecke desselben verfügbaren 5000 Talente bereits gegen Ende von Ol. 87, 4, also zu der Zeit, um die es sich hier handelt, so gut wie vollständig aufgebraucht waren und eine Reserve, abgesehen von den 1000 festgelegten Talenten, nicht mehr zur Verfügung stand. Andere meinen freilich anders und wollen nur zugeben, dass damals der ursprüngliche Vorrath von 5000 Talenten beträchtlich zusammengeschmolzen war, so dass man den Rest zunächst nicht weiter anzugreifen für gut befand. Wie dem nun aber auch sein möge, fest steht jedenfalls, dass gegen Ende von Ol. 87, 4 die finanzielle Lage Athens eine solche war, dass man mit den öffentlichen Geldern sparsam umzugehen sich genöthigt sah. Um dem drohenden Aufstande auf Lesbos zuvorzukommen, wurde eine Flotte von 40 Schiffen unter dem Befehle des Kleippides und zweier anderer Strategen nach jener Insel entsendet, welche ursprünglich für die Blokade der Peloponnes disponirt waren, während gleichzeitig oder schon etwas früher 30 Schiffe unter Asopios nach den Küsten der Peloponnes und Akarnaniens ausliefen, von denen indess aus von Thukydides nicht näher angegebenen Gründen sehr bald 18 nach Athen zurückgeschickt wurden, vermuthlich, um gegen Lesbos verwendet zu werden. Das Erscheinen der Attischen Schiffe vor Mytilene beschleunigte indessen nur den Ausbruch des Aufstandes auf der Insel, und da nach Thukydides' Darstellung dieser Ausbruch geraume Zeit vor dem Olympienfeste von 88, 1 und unmittelbar nach dem Abzuge der Peloponnesier aus Attika erfolgt ist, so muss der Abgang jener 40 Schiffe von Athen Ende Mai oder Anfang Juni, kurz vor Schluss des Jahres Ol. 87, 4, erfolgt und man mit ihrer Ausrüstung zu Athen während des Monats Mai und der Anwesenheit der Peloponnesier in Attika beschäftigt gewesen sein.

Ähnlich, nur noch weit schlimmer, war bekanntlich die Lage der Dinge für Athen auf der Scheide der Jahre Ol. 93, 2 und 3. Die

Flotte der Peloponnesier unter Kallikratides hatte den Athenern zunächst Methymna auf Lesbos entrissen, der athenischen Flotte unter Konon sodann empfindliche Verluste beigebracht und sie zum Rückzuge in den inneren Hafen von Mytilene gezwungen, wo deren Reste blokirt gehalten wurden. Ein Entsatzversuch des Strategen Diomedon war gleichfalls unter grossen Verlusten gescheitert. Auf die Kunde von diesen Ereignissen setzte man in Athen trotz der nahezu völligen Erschöpfung aller finanziellen und sonstigen Mittel des Staates Alles daran, der drohenden Gefahr zu begegnen. und es gelang nach der fieberhaften Arbeit eines Monates jene Flotte zum Auslaufen fertig zu stellen, welche gegen Ende Sommers 406 den Sieg bei den Arginusen erfocht und dadurch die Blokade von Mytilene brach.

Hiernach könnte auf den ersten Blick die Wahl zwischen den beiden Jahren schwierig oder unmöglich zu sein scheinen, im Besonderen, da in beiden Fällen das Ziel der Expedition ganz dasselbe, nämlich die Insel Lesbos war. Nichstdestoweniger glaube ich, dass eine sichere Entscheidung allerdings gefunden werden kann, wenn die besondere Weise gebührend berücksichtigt wird, in der Zeile 19 die Aufgabe, welche der abzusendenden Flotte gestellt ist, sich ckarakterisirt findet. Dort wird ausdrücklich die φυλακή des fraglichen Punktes, also die Sicherung desselben gegen eine drohende Gefahr, als solche bezeichnet. Darum aber handelte es sich allein gegen Ende von Ol. 87, 4, wo es einem drohenden Aufstande der Insel zuvorzukommen galt, nicht aber Ol. 93, 2, wo Lesbos so gut wie verloren und nicht durch Bewachung zu sichern, sondern durch ein offensives Vorgehen wieder zu erobern war. Angesichts dieser Thatsachen ist mir nicht zweifelhaft, dass die Angaben der Urkunde lediglich auf den ersteren Vorgang bezogen werden können und sie folglich dem Ausgange des Jahres Ol. 87, 4 zugewiesen werden muss.

Ich schlage demnach vor, Zeile 18—19 ἡ|[στρατιὰ ἡ ἐς Λέσβου φυ]λακήν und ähnlich Zeile 9—10 etwa ἐπὶ τ||ὴν τῆς Λέσβου φυλακὴν]ως τάχιστα zu ergänzen, Zeile 3 dagegen als Archontennamen Ἐπαμείνων einzusetzen, und erlaube mir diesen, wie meine sonstigen Ergänzungsvorschläge der eingehenden Prüfung aller Sachverständigen auf diesem Gebiete hiermit zu unterbreiten, in der Überzeugung, dass damit der Sache wie meinen Mitforschern ein Dienst erwiesen wird.

Ausgegeben am 18. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1886.
XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

18. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Schulze las über den Bau und das System der Hexactinelliden.

Die Mittheilung ist für die Abhandlungen bestimmt.

2. Hr. Mommsen überreichte: Monumenta Germaniae Historica. Auctorum antiquissimorum T. IV. Pars post. etc. Rec. et emend. Bruno Krusch. Berolini 1885. 4.

3. Hr. Weierstrass übersandte seine: Abhandlungen aus der Functionenlehre. Berlin 1886.

Ausgegeben am 1. April.

1886.

XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

25. März. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtstages Seiner Majestät des Kaisers und Königs.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

Der vorsitzende Secretar eröffnete die Sitzung, an welcher Seine Excellenz, der vorgeordnete Minister Hr. von Gossler, theilnahm, mit folgender Festrede:

»Ist es wahr«, so begann Hr. von Ranke seine Antwort auf einen Glückwunsch, der ihm bei einem seiner Jubelfeste dargebracht wurde, »ist es wahr, dass die Gaditaner dem Alter einen Tempel errichtet hatten?« Was der berühmte Geschichtschreiber zweifelhaft liess, steht zu entscheiden nicht leicht einem Anderen zu. Eines aber dürfen wir behaupten: hätte eine Stadt Grund, dem Alter ein Heiligthum zu weihen, so wäre es Berlin, und lüde ein Tag mehr als ein anderer dazu ein, dies Heiligthum zu bekränzen, so wäre es der vorige Montag gewesen. Als sollten auf Kaiser Wilhelm's Haupt alle Segnungen sich häufen, sahen wir ihn an diesem Tage wiederum eine nur den wenigsten Sterblichen vergönnte Altersschwelle rüstig überschreiten. Wie dem Helden, der sein Volk in's gelobte Land führte, die Sonne stillstand seiner Schlacht zu leuchten, so gleichsam steht Kaiser Wilhelm's Lebenssonne still, dass er zu unserem Heil sein Werk vollende. Mögen ihm die Tage des Siegers von Gibeon beschieden sein!

Da nun einmal heute von Geburts-, von Jubelfesten die Rede sein soll, so drängt sich in diesem Saale die Betrachtung zu, dass

wir in ein Jahr der merkwürdigsten wissenschaftlichen Erinnerungen getreten sind. In diesem Jahre vor zweihundert Jahren (am 28. April a. St.) liess Newton der *Royal Society* die Handschrift der *Principia mathematica Philosophiae naturalis* zugehen. In diesem Jahre vor zweihundert Jahren erschien in den Leipziger *Acta Eruditorum* ein kleiner Aufsatz von Leibniz: *Brevis Demonstratio Erroris memorabilis* Cartesii etc., in welchem er Descartes' Lehre von der Erhaltung der Kraft widerlegt, und dieser Lehre zuerst den richtigen Ausdruck giebt. Endlich in diesem Jahre vor hundert Jahren sah Galvani auf der Terrasse seines Hauses Frösche, welche er mit kupfernen Haken an ein eisernes Geländer gehängt hatte, zuerst durch Metallreiz zucken; beiläufig, für uns Deutsche ein anziehender Umstand, in denselben Septembertagen, da zufällig Goethe, auf seiner italiänischen Reise begriffen, in Bologna weilte. Mit Stolz vergegenwärtigt sich der Naturforscher, beim Anblick der unsere Strassen und Plätze überspannenden Fernsprechdrähte, was drei Menschenalter von Génie und Fleiss seiner Vorgänger aus so unscheinbarem und dunklem Anfang gemacht haben; und er fragt sich mit Gherardi, was wohl der Gang der Dinge gewesen wäre, hätte jenes Geländer, statt aus Eisen, aus Holz oder Stein bestanden?

Doch ich möchte von einer anderen Jubelfeier reden, welche mit der heutigen Tagesfeier insofern zusammenhängt, als sie an einen besonders lichten Punkt in der Geschichte unseres Königshauses erinnert. Es ist dies die schon im vorigen Jahre begangene zweihundertjährige Jubelfeier der Aufnahme der aus Frankreich vertriebenen Hugenotten durch den Brandenburgischen Staat. Nicht dass es ihr an vielfachen Besprechungen gefehlt hätte. Von der Kanzel wie in Tageblättern, in amtlichen Ansprachen wie in Tischreden ist scheinbar alles Erdenkliche darüber schon gesagt worden. Im Auftrage des Consistoriums der hiesigen Französischen Kirche, unter Mitwirkung eines dazu berufenen Comité's, ist von Hrn. Dr. Ed. Muret, Oberlehrer an der Luisenschule, eine Geschichte der Französischen Colonie in Brandenburg-Preussen, unter besonderer Berücksichtigung der Berliner Gemeinde, mit erstaunlichem Fleiss ausgearbeitet worden. Eine wichtige Ergänzung zu diesem in einem stattlichen Quartbande erschienenen monumentalen Werke bilden die von Hrn. Dr. Béringuier quellenmässig aufgestellten Stammbäume von Mitgliedern der Berliner Colonie. Indessen hat sich Hr. Dr. Muret mehr die Sammlung und Feststellung aller auf die Colonie bezüglichen geschichtlichen, statistischen und administrativen Thatsachen, die Schilderung des Entstehens und Wachsthums ihrer milden Stiftungen, ihres Einflusses auf Sitten, Handel und Gewerbe, u. d. m. vorgesetzt, als dass er auf nähere Würdigung ihrer geistigen Bedeutung sich eingelassen hätte. Und doch war diese Be-

deutung, von Anderem abgesehen, so gross, dass die Colonie jederzeit ein gewisses Contingent zu dieser Akademie gestellt, ja ihr im Lauf der Jahre mehrere hervorragende Mitglieder geschenkt hat. Da diese ruhmvolle Seite der Geschichte der Colonie meines Wissens auch sonst noch nicht gebührende Beachtung fand, so erscheint es nicht unangemessen, als Beitrag dazu heute in unserem Kreise in aller Kürze das Andenken daran zu erneuern, was die Colonie für die in der Akademie vertretene Berliner Wissenschaft geleistet hat.

Der Zeitpunkt dazu dürfte um so geeigneter sein, je weniger man sich verhehlen kann, dass gegenwärtig die Colonie fast nur noch in jenen, von Hrn. Dr. Muret so sorgfältig beschriebenen äusserlichen Einrichtungen fortbesteht. Mit der Zähigkeit der keltischen Race, begünstigt durch ihre presbyterianische Verfassung, hatte sie, inmitten des rings gewaltig erwachenden, vorzüglich nach den Befreiungskriegen höher und höher fluthenden deutschen Volksthumes, ihre Sprache und Sitte anderthalb Jahrhunderte lang sich zu bewahren gewusst. Noch vor nicht viel mehr als einem Menschenalter begegnete man hier und da in unserer Stadt jenen kleinen beweglichen Gestalten mit den scharf geschnittenen Zügen und den dunklen lebhaften Augen: nach fünf Generationen noch erkennbaren Söhnen der Provence, wie sie der von Erkmann-Chatrian gezeichneten unsterblichen Figur des Chauvel zum Vorbilde gedient haben. Noch lebte im einen oder anderen Hause das Französisch Ludwig's XIV., vielfach entstellt, doch mit schätzbaren, in Frankreich selbst verloren gegangenen Eigenthümlichkeiten. Noch hörte man, zwischen älteren Leuten in diesem Idiom geführt, jene eigenartig französische, heiter ernste, geistreich tändelnde, reizvoll neckische Unterhaltung, die *Causerie*, mit welcher unsere deutsche 'Plauderei' nur unvollkommen sich deckt. Aber wie die canadischen Ansiedler, wie die Creolen der Louisiana, haben die Berliner Colonisten im Kampf um das nationale Dasein schliesslich das unvermeidliche Kürzere gezogen, und in den von den Altvorderen geschaffenen ehrwürdigen, von ihrem Gemeingeist, ihrem Organisationstalent zeugenden Formen bewegt sich, nicht zu verwundern und nicht zu tadeln, ein völlig deutsch redendes und fühlendes Geschlecht. Wie für jene vor dem Weltverkehr rasch hinschwindenden eingeborenen Bevölkerungen der Südseeinseln, ist auch hier der Augenblick da, von Erinnerungen zu bergen, was sich noch bergen lässt.

Wer eine wirkliche Geschichte des geistigen und wissenschaftlichen Lebens der Berliner Französischen Colonie schreiben wollte, hätte viel weiter auszuholen, als mir die Zeit erlaubt, und als meines Berufes wäre. Er hätte zuerst die culturgeschichtliche Aufgabe zu lösen, die hugenottische Geistesbildung und Richtung in ihrem Gegen-

satz zur römisch-katholischen und in ihrem Verhältniss zu den Jansenisten, zu Port-royal, zu kennzeichnen. Tiefes theologisches Wissen, unermessliche litterarische Belesenheit, der feinste kritische Takt wären erforderlich, um diese Aufgabe würdig zu behandeln. Im Allgemeinen ist ja bekannt, dass die Hugenotten, wie in politischer und militärischer Hinsicht der katholischen Staatsgewalt, so auf geistigem Gebiet ihren Gegnern ebenbürtig, nicht selten überlegen waren. Im Besonderen genügt es wohl Namen zu nennen wie Casaubonus, die Estienne, Jean Goujon, Bernard Palissy, um daran zu erinnern, dass von Anfang an manche der besten Kräfte und der verschiedensten Talente Frankreichs in der »Partei« zu finden waren. Um ein vollständiges Bild zu liefern, müsste dann die unter dem wachsenden Druck, welchen die Aufhebung des Toleranz-Edictes von 1598 nur krönte, allmählich über das protestantische Europa sich verbreitende Auswanderung in ihrer geistigen und litterarischen Bedeutung geschildert werden. So hat es wohl wenig Menschen gegeben, welche, ohne gerade bahnbrechend zu wirken, solchen Einfluss auf ihre Zeit gewannen, wie Pierre Bayle, der Leibniz zur Klarstellung seines Optimismus in der Theodicee anregte; dessen zergliedernder Pyrrhonismus, polyhistorischer Sammlerfleiss, bis in die Controverse anmuthige Form Voltaire und die Encyklopaedisten vorbereiteten; während in anderer Sphaere Denis Papin, der Erfinder, als Vorläufer jener modernen Existenzen erscheint, welche wie James Watt, George Stephenson, James Nasmyth durch bewusste Anwendung der Naturkräfte den Zustand der Culturmenschheit von Grund aus umgestalteten. Nichts zeugt mehr von dem Reichthum an productiver Geisteskraft, dessen Frankreich sich rühmen durfte, ehe es uns das schlechte Beispiel des Aufgehens in Politik gab, als dass es trotz den gewaltigen Verlusten, die es durch das *Refuge* erlitt, scheinbar ungeschwächt an der Spitze der Bewegung der Geister in Europa blieb.

Zu Denis Papin hat unsere Akademie die nähere Beziehung, dass sie vor nicht langer Zeit die Mittel zur Veröffentlichung seines gedankenreichen Briefwechsels mit Leibniz uud Huygens durch Hrn. Gerland hergab. Ihr Correspondent wurde er nicht, da er schon in der ersten Hälfte des Jahres 1712 in London unter solchen Umständen starb, dass nicht einmal sein Todestag bekannt ist, die Akademie aber, obwohl 1700 gestiftet, erst 1710 in Gang kam. Bis dahin war Leibniz allein die ganze Societät der Wissenschaften, wie die Akademie damals hiess. Nun jedoch wurde sie durch ein Comité organisirt, welches aus dem Hofprediger Jablonski und aus zwei Mitgliedern der Colonie. deren Ober-Richter, dem Legationsrath Charles Ancillon, und dem noch von Friedrich dem Grossen hochgeschätzten Bibliothekar La Croze

bestand. Unter den zweiunddreissig ursprünglichen Berliner Mitgliedern der Societät waren sechs Colonisten. Daraus, dass im Ganzen acht Geistliche sich darunter befanden, erklärt sich das Erstaunen, dass kein Prediger der Colonie, auch nicht der berühmte Isaac de Beausobre, auf die Liste kam. Nur der *Ministre du Saint-Évangile* Éstienne Chauvin wurde aufgenommen, welcher aber nicht die Kanzel bestieg, sondern Professor der Philosophie, und zwar (man bemerke die Jahreszahl) Cartesianer strenger Observanz war.

Nun folgte die bekanntlich für die Akademie wenig günstige Zeit der siebenundzwanzigjährigen Regierung Friedrich Wilhelm's I. Um so glänzender war ihr Aufschwung nach Friedrich's Thronbesteigung, und in der Natur der Dinge lag es, dass sie, fast zu einer französischen Akademie geworden, in verstärktem Maass ihre Kräfte aus der Colonie zog. Ihr erster Vice-Président war Friedrich's früh gestorbener, tief betrauerter Freund Charles-Estienne Jordan, ihr erster beständiger Secretar der Jurist und Spinozist de Jarriges; auf dreiunddreissig Mitglieder zählte sie zehn Colonisten, über den vierten Theil.

Die Akademie war bei ihrer Erneuerung in vier Classen vertheilt worden, welche zu zweien im Wesentlichen den noch heute bestehenden entsprechen: eine experimentell-philosophische, eine mathematische, eine speculativ-philosophische und eine philologische, auch *des Belles-Lettres* genannt. Der Ausdruck: 'speculative Philosophie' ist beiläufig nicht in unserem heutigen Sinne zu nehmen, nicht im Gegensatz zu formaler Logik, Psychologie u. d. m., sondern im Gegensatz zur Experimental-Philosophie, womit, wie mit der *Natural Philosophy* der Engländer, Physik gemeint war. Bei der Rolle, welche die Theologie im geistigen Leben der Colonie spielte, deren regem Verkehr mit Genf, dem calvinistischen Rom, ist es nicht zu verwundern, dass wir die meisten colonistischen Mitglieder der Akademie in der speculativ-philosophischen Classe finden; und dies hat bei unserem gegenwärtigen Vorhaben für uns die günstige Folge, dass wir unsere Arbeit grossentheils schon gethan finden.

Wir verdanken nämlich dem 1856 in Strassburg verstorbenen Professor der Philosophie am protestantischen Seminar daselbst, Christian Bartholmèss, eine *Histoire philosophique de l'Académie de Prusse depuis* Leibniz *jusqu'à* Schelling, *particulièrement sous* Frédéric-le-Grand (Paris, 2 voll. 1850—51), in welcher die Leistungen der philosophischen Classe sich mit Liebe und Sorgfalt dargestellt finden, und der Antheil der colonistischen Mitglieder nachdrücklich hervorgehoben ist. So hoch veranschlagt Bartholmèss den Antheil der Colonie überhaupt an den Ursprüngen unserer Körperschaft, dass er als deren eigentlichen Stifter den

Herrscher ansieht, der die französischen Religionsflüchtlinge zu sich einlud, den grossen Churfürsten. Er führt aus, wie nur das Dasein der Colonie in Berlin, indem es die französische Sprache unter allen Gebildeten heimisch gemacht hatte, es Friedrich dem Grossen ermöglichte, der Akademie deren Gebrauch bei ihren Verhandlungen und in ihren Veröffentlichungen vorzuschreiben; eine Maassregel, welche, wenn sie auch in seinen persönlichen Neigungen wurzelte und in Deutschland Anstoss erregte, doch der Akademie in doppelter Beziehung nützlich ward: erstens durch die grössere Verbreitung im Auslande, welche ihren Arbeiten dadurch gesichert wurde, zweitens weil nur in solche halb französische Gemeinschaft der König Männer wie Maupertuis, Voltaire, La Mettrie, Lagrange, viele Andere einsetzen konnte, von denen einige auch nur vorübergehend besessen zu haben, der Akademie stets zum Ruhme gereichen wird.

Was nun die philosophischen Bestrebungen der colonistischen Mitglieder betrifft, so waren sie, wie man sich nicht verhehlen kann, mehr breit als tief, und mehr wohlmeinend als kühn. Meist von der Theologie ausgegangen, hegten diese achtungswerthen, aber weder sehr scharfen noch sehr originellen Denker von vorn herein spiritualistische und deistische Überzeugungen. Sie vergassen zu sehr, dass da wo ihr Philosophiren anfing, ausser dem theodiceeischen Problem, wenig mehr zu erklären übrig bleibt; dass die wahre Schwierigkeit darin besteht, jenen Grund zu legen, von welchem sie ohne Weiteres ausgingen, oder zu welchem sie auf dem Wege teleologischer Betrachtung oder ontologischer Gedankenspiele bequem gelangten. Den verschiedenen Systemen gegenüber verhielten sie sich eklektisch, ja der Eklekticismus wurde in ihrem Kreise als die wahre und einzig mögliche Philosophie einer Akademie bezeichnet. Eine vorzüglich beliebte Thätigkeit bestand bei ihnen darin, die Gegensätze zu vermitteln, Descartes mit Spinoza, Locke mit Leibniz in Einklang zu bringen, wenn auch oft nur auf die Art, wie Prokrustes die Länge seiner Schlafgäste mit der seiner Bettstatt. Nur mit Einer Lehre weigerten sie sich jeden Compromisses, mit dem Materialismus der Encyklopaedisten. Mit Moses Mendelssohn, mit Lessing während seiner kurzen Berliner Aufenthalte, mit dem Vorkämpfer der Berliner Aufklärung, Friedrich Nicolai, scheinen sie persönliche Fühlung kaum gehabt zu haben. Auch der kritischen Philosophie, als sie an's Licht trat, setzten sie das Misstrauen entgegen, mit welchem sie jedem geschlossenen System begegnen zu sollen glaubten; vollends der nachkantischen Gestaltung der deutschen Philosophie, der Fichte'schen Wissenschaftslehre, der Schelling'schen Naturphilosophie, blieben sie grundsätzlich fremd. Am meisten sagte ihnen in späterer Zeit noch Friedrich Heinrich Jacobi's

sogenannte Glaubensphilosophie zu. Übrigens erstreckten sich ihre sehr populär gehaltenen, meist wohlgeformten Untersuchungen vielfach auch auf Ethik, mit Einschluss der praktischen Lebensweisheit, auf Aesthetik, und an der Hand eines jetzt wohl weit überholten Quellenstudiums, auf einzelne Punkte der Geschichte der Philosophie.

Eine charakteristische Figur der Friedericianischen Akademie war der einst viel genannte Samuel Formey, bei Neubegründung der Akademie Secretar der speculativ-philosophischen Classe, von 1748 aber bis zu seinem 1797 im fünfundachtzigsten Jahr erfolgten Tode, also fast ein halbes Jahrhundert lang, einziger beständiger Secretar der Gesammtakademie, und in ihrem Getriebe der Uhrfeder verglichen; ausserdem Historiograph des Hauses Brandenburg, Professor am *Collége français*, eine Zeit lang dessen Director, und noch sonst mit einer Fülle von Ämtern und Ehrenämtern betraut. Es giebt einen Begriff von seiner Arbeitskraft, wenn man erfährt, dass er trotzdem fünfzehnhundert Predigten in den Kirchen der französischen Diaspora hielt, gegen sechshundert Bände schrieb, sechzig *Éloges* und unzählige Festreden las, während in seinem Nachlass zwanzigtausend an ihn gerichtete Briefe sich vorfanden. Er warf gewohnheitsmässig jeden Vormittag einen Druckbogen auf das Papier. Von Mathematik und Naturwissenschaft abgesehen war er Polyhistor oder vielmehr Panthistor: Theologie, Natur- und Völkerrecht, Metaphysik und Ethik behandelte er (*à tire de plume*, wie Mérian in seinem *Éloge* niedlich sagte) mit gleicher Leichtigkeit, aber leider auch Flüchtigkeit, die sich sogar in arger Vernachlässigung des Stiles zeigte. Überzeugungstreu und ohne Ansehen der Person, scheute er sich nicht, an Jean-Jacques Rousseau sich zu reiben, indem er seinem *Émile* einen *Émile chrétien*, an Diderot, indem er seinen *Pensées philosophiques* seine eigenen *Pensées raisonnables* entgegensetzte. Er übrigens war gerade nicht Eklektiker, vielmehr gemässigter Wolfianer, und nach Analogie von Fontenelle's *Mondes*, von Algarotti's *Newtonianismo per le Donne*, von Voltaire's *Elémens* unternahm er es, die Leibniz-Wolf'sche Doctrin der schönen Welt in seiner *Belle Wolfienne* mundgerecht zu machen. Eine liebenswürdige junge Dame, Espérance mit Namen, lustwandelt mit ihrem Anbeter im Charlottenburger Schlosspark, und weiht ihn in das Wolf'sche System ein: eine Erfindung, bei der vielleicht Formey die einst an demselben Orte von der Königin Sophie Charlotte mit Leibniz geführten philosophischen Gespräche vorgeschwebt haben. Am lesbarsten sind seine 1789, unter dem seltsamerweise etwas revolutionär angehauchten Titel: *Souvenirs d'un Citoyen*, erschienenen Denkwürdigkeiten, welche eine Menge für die Geschichte der Akademie wichtige Nachrichten enthalten; wie denn Formey auch der anonyme Verfasser

des auf MAUPERTUIS' Betrieb herausgegebenen Hauptwerkes über die ältere Geschichte der Akademie ist, der *Histoire de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres, depuis son origine jusqu'à présent* (A Berlin, chez Haude et Spener etc. 1752 4°). Von FORMEY's bis zuletzt sprudelnder Productivität zeugt sein Einfall, selber seine *Oeuvres posthumes* herauszugeben.

FORMEY's Nachfolger als Secretar wurde sein Nebenbuhler im damaligen Philosophiren, JEAN-BERNARD MÉRIAN, zwar kein Abkömmling von Hugenotten, aber durch Familienbande und auch sonst noch so zur Colonie gehörig, dass er nicht davon zu trennen ist, eine Bemerkung, welche für mehrere der hier zu nennenden Männer gilt. Vorzüglich aus der Schweiz flossen der Colonie dergestalt von Zeit zu Zeit neue Kräfte zu. MÉRIAN's acht Abhandlungen über das MOLYNEUX'sche Problem sind eine schätzbare Fundgrube für die Geschichte des Streites zwischen Empirismus und Nativismus. In den Geisteswissenschaften waren dann in der Akademie noch thätig, und bereicherten auch meist ihre Denkschriften mit Abhandlungen die Colonisten D'ANIÈRES, CHARLES und LOUIS DE BEAUSOBRE, BASTIDE, DE BÉGUELIN, BITAUBÉ, dessen Übersetzung des Homer in französische Prosa die der Madame DACIER verdrängte, JEAN-PIERRE ERMAN, dessen unerschrockener Freimuth dem Sieger von Jena imponirte, der witzige LOMBARD, MOULINES, der auf FRIEDRICH's DES GROSSEN Befehl dem vierzehnjährigen Prinzen, nachmaligem Könige FRIEDRICH WILHELM III., das *Barbara celarent Darii ferio* beibrachte, PELLOUTIER, PRÉVOST, TOUSSAINT, endlich die ANCILLON.

Schon öfter wurde bemerkt, dass in besonders beanlagten Familien die Begabung wie durch eine Art Züchtung von Geschlecht zu Geschlecht sich steigert, so dass schliesslich eine Persönlichkeit zu Stande kommt, in welcher die Vorzüge des Stammes zu gipfeln scheinen. Ein Beispiel davon bietet die Reihe der ANCILLON.

Der Prediger DAVID ANCILLON, der, einer alten richterlichen Familie in Metz entsprossen, 1686 nach Berlin kam, war unter den *Réfugiés* dem Grossen Churfürsten ganz besonders willkommen. Seinem Sohne CHARLES begegneten wir schon als einem der drei Organisatoren der Societät der Wissenschaften. CHARLES' Enkel LOUIS war wieder Prediger, hielt FRIEDRICH's Leichenrede in der Potsdamer Garnisonkirche, wurde bald darauf in die Akademie aufgenommen, und vertrat darin, sechsundzwanzig Jahre lang, die vorher umrissene, den ethischen und aesthetischen Bedürfnissen des Menschen Rechnung tragende, verständig reflectirende Philosophie.

Sein damals nicht geringer Ruhm sollte weit verdunkelt werden durch den seines Sohnes FRÉDÉRIC ANCILLON, eines Mannes ausserordentlicher Gaben, der unter günstigeren Umständen wohl eine der

ersten litterarischen Figuren seiner Zeit geworden wäre. In Berlin war unter Friedrich Wilhelm II. ein Rückschlag gegen Friedrich's II. französisches Wesen erfolgt. Die Akademie durfte fortan auch der deutschen Sprache sich bedienen, und naturgemäss gewann rasch in ihr das Deutschthum die Oberhand. Ancillon wie sein Altersgenosse Paul Erman, von dem alsbald die Rede sein wird, haben beide unter dem Zwange — oder unter der Neigung — gelitten, sich in zwei Sprachen zu bewegen. Ancillon als französischer Schriftsteller gehört der Gruppe Chateaubriand, Benjamin Constant, Augustin Thierry an; aber obschon in Frankreich anerkannt, erlangte er dort nie das Ansehen, welches ihm nicht versagt geblieben wäre, hätte er in Paris gelebt; während er als deutscher Schriftsteller es nicht zu der Meisterschaft brachte, die ihn für jenen halben Erfolg entschädigt hätte.

Gleich vielen anderen Colonisten in Genf zum Prediger erzogen, riss Frédéric Ancillon zuerst Berlin durch seine Kanzelberedsamkeit hin, welcher eine höchst bedeutende äussere Erscheinung zu Hülfe kam. Seine in der Werder'schen Kirche auf die Königin Luise vor der Königlichen Familie gehaltene Leichenrede wurde Bossuet's berühmter Rede am Sarge der plötzlich dahingerafften schönen Herzogin Henriette von Orléans verglichen. Geschichtlich-politische Studien, zu welchen er neben philosophischen früh überging, führten dazu, dass er Professor an der Kriegsschule, Erzieher des Kronprinzen, Mitglied der Akademie, deren Secretar ward. Über der Höhe, die er später als Staatsdiener erstieg, sind bei den Meisten seine wissenschaftlichen Arbeiten, über dem Minister ist der Akademiker in Vergessenheit gerathen. Es ist Sitte, mit Achselzucken von seiner Geschichtschreibung, seiner die Extreme vermittelnden Philosophie, noch abfälliger von seiner politischen Thätigkeit zu reden. Ob letztere zwischen der Julirevolution und dem Tode Friedrich Wilhelm's III. eine viel andere sein konnte, lassen wir dahingestellt. Ihm, der in den Tagen des Ballhaus-Schwures in Versailles Zeuge des Zusammenbruches der altfranzösischen Königsmacht gewesen war, ist wohl nicht zu verdenken, wenn er über die Revolution anders dachte, als der dafür begeisterte, gern etwas paradoxe Prinz Heinrich. Diejenigen aber, welche Ancillon, als einem der Erzieher Friedrich Wilhelm's IV., dessen etwaige Schwächen und Missgriffe zur Last legen, stehen wohl noch auf Helvetius' Standpunkt, welcher die Erziehung für allmächtig hielt. Nach einer seiner *Pensées* zu urtheilen, die auf seinen geringen Erfolg als Erzieher anzuspielen scheint, wusste Ancillon dies besser. Ancillon's geschichtliche Schriften mögen dem Inhalt und der Methode nach veraltet sein, doch sprechen weder Mignet, der ihm in der *Académie des Sciences morales et politiques* eine Gedächtnissrede

hielt, noch in seiner Biographie FRIEDRICH WILHELM's IV. der erste lebende Historiker Deutschlands, davon mit der Geringschätzung wie Leute, welche vielleicht keine Zeile darin lasen. Wie dem auch sei, man kann sagen, dass wenn mit ANCILLON die Colonie geistig gleichsam zu Ende ging, ihre eigenartige Bildung zugleich in ihm ihren höchsten Ausdruck fand. Dass er uns, dass er der Akademie angehörte, wird im Strudel dieser Zeitläufe. bei dem kurzen Gedächtniss des lebenden Geschlechtes, bald nur von Wenigen noch gewusst werden. Glücklicherweise ist es, als einer seiner Ehrentitel auf dem granitenen Mausoleum eingegraben, welches FRIEDRICH WILHELM IV. seinem Erzieher und dem Rathgeber seines Königlichen Vaters auf dem vor dem Oranienburger Thore gelegenen Kirchhof der französischen Gemeinde errichten liess.

Das letzte Viertel des vorigen Jahrhunderts sah nicht nur die ausschliessliche Herrschaft der französischen Sprache in der Akademie schwinden, sondern, was deren colonistische Mitglieder betrifft, noch einen anderen Umschwung sich vollziehen. Die ursprüngliche Richtung auf die Geisteswissenschaften, eine natürliche Folge des militirenden Zustandes der Kirche, der erlittenen Verfolgungen, wich endlich einer mehr freien und fruchtbaren Lebensanschauung. Ganz wie in Genf um dieselbe Zeit jene merkwürdige Plejade von Naturforschern: — TREMBLEY, BONNET, SENEBIER, HUBER, — SAUSSURE, DELUC, PICTET, PRÉVOST — erstand, ganz so fingen jetzt in der Berliner französischen Colonie einzelne Talente an, sich der Erforschung des als wirklich Erscheinenden zuzuwenden. Ich schweige von den bescheidenen Mathematikern der Colonie, wie die NAUDÉ Vater und Sohn, ABEL BURJA und GRUSON, welche gegen EULER, LAGRANGE, BERNOULLI neben und vor ihnen, gegen LEJEUNE DIRICHLET, STEINER und JACOBI nach ihnen allzusehr im Hintergrund bleiben. Zwei Männer sind es hier, deren Andenken der Colonie und zugleich der Akademie stets theuer bleiben wird: FRANÇOIS-CHARLES ACHARD und PAUL ERMAN.

Auch in Bezug auf ACHARD finde ich, was ich vorzubringen habe, schon von Meisterhand gezeichnet. Von seinen äusserst zahlreichen Arbeiten über sehr verschiedene Gegenstände bei dieser Gelegenheit eine Übersicht zu geben, wäre unausführbar. Besser heben sich schlagende Einzelheiten hervor: ACHARD hat vermuthlich den ersten Platintiegel hergestellt, und einer der Ersten diesseit der Alpen, unzweifelhaft als der Erste in Berlin, hat er GALVANI's Versuche über Zuckungen durch ungleichartige Metallbögen wiederholt, die ihm durch einen Brief von PRÉVOST aus Genf bekannt geworden waren. Im Ganzen erhält man von ihm den Eindruck eines emsigen Beobachters mit gesunden Sinnen und mannigfaltigen Neigungen. welchem aber theils

der unvollkommene Zustand der Wissenschaft — während der ersten Hälfte seiner Laufbahn herrschte noch das Phlogiston — theils vielleicht geringere theoretische Begabung von ernsteren Fortschritten abhielt. Aber für sein Lebenswerk bedurfte Achard weniger der Theorie.

In seiner Rectoratsrede vom 3. August 1881: »Ein Jahrhundert chemischer Forschung unter dem Schutze der Hohenzollern« hat Hr. Hofmann uns erzählt, wie Achard, mit dreiundzwanzig Jahren Mitglied der Akademie geworden, mit neunundzwanzig Jahren, bei Marggraf's Tode 1782, noch etwas Anderes erbte, als das Amt eines Directors der physikalischen Classe. Fünfunddreissig Jahre früher (1747) hatte Marggraf der Akademie die Beobachtung mitgetheilt, dass aus den Wurzeln mehrerer einheimischen, leicht zu bauenden Pflanzen, unter anderen der Runkelrübe, ein süsses Salz (so hiess damals den Chemikern jeder lösliche krystallisirbare Körper) sich darstellen lasse, welches vom kostbaren indischen Rohrzucker nicht zu unterscheiden sei. »Marggraf«, sagt Hr. Hofmann, »war eine jener »Naturen, für welche das Interesse einer Entdeckung mit der Fest»stellung der Thatsache, mit der Ausbildung der Methode erschöpft »ist. Er war der Mann nicht, eine neue Industrie und eine neue »landwirthschaftliche Cultur zu begründen. Ihm fehlte der ungestüme »Trieb, welchem allein die Lösung solcher Doppelaufgabe gelingen »kann. Glücklicherweise hatte Marggraf einen Schüler hinterlassen, »welchem neben dem Glauben an die Lehre auch die feurige Kraft »des Apostels innewohnte.« Dieser Schüler war Achard. »Mit leiden»schaftlichem Eifer war er bestrebt, die grosse Entdeckung seines »Lehrers in die Praxis überzuführen. Gegen das Ende der neunziger »Jahre, also ein halbes Jahrhundert, nachdem Marggraf den Rüben»zucker entdeckt hatte, sind seine Arbeiten so weit gediehen, dass »der industriellen Erzeugung von Zucker aus Runkelrüben kein Hinder»niss mehr im Wege zu stehen scheint.«

In den Verhandlungen über die unserem Mitgliede für seine Zwecke zu gewährende Staatshülfe, welche man bei Hrn. Hofmann findet, zeigt sich König Friedrich Wilhelm III. von ebenso vortheilhafter Seite, einsichtig und wohlwollend, wie nicht lange darauf bei der Gründung der Berliner Universität. Aber man weiss wie es kam: die Napoleonischen Kriegsläufe, die schrecklichen Unfälle des Staates traten zunächst störend dazwischen, bis durch die wunderbarste der Fügungen der vom Caesarenwahnsinn ergriffene Imperator die Continentalsperre verhängte, und dadurch der Zuckererzeugung aus einheimischem Rohstoff einen Schwung verlieh, der im Lauf der Jahrzehnde daraus eine der vornehmsten Einnahmequellen des

Staates gemacht hat. Erwägt man die Millionen, nach denen gegenwärtig die Zuckersteuer in Preussen sich bemisst, so ist wohl zuzugeben, dass durch die wissenschaftliche Thätigkeit eines colonistischen Akademikers die Auslagen für die Aufnahme der Hugenotten sich dem Brandenburgisch-Preussischen Staate reichlich bezahlt gemacht haben. Hr. Hofmann stellt die Errichtung des Standbildes Marggraf's auf einem unserer öffentlichen Plätze in nahe Aussicht. Achard, sagte ich einmal bei einer gleich zu erwähnenden Gelegenheit an dieser Stelle, Achard bedarf keines Denkmals, »weil durch das ganze Land jeder rauchende Schlot unserer Rübenzuckerfabriken ihm des Denkmals genug ist«; und es ist wohl kaum zu fürchten, dass durch Fahlberg's Entdeckung jenes wahrhaft fürchterlich süssen Körpers, des Sacharins, auch nur einer jener Schlote kalt werden wird.

Was Paul Erman betrifft, so darf ich mich vielleicht auf die Gedächtnissrede berufen, welche ich selber ihm hier vor dreiunddreissig Jahren hielt, kurz nachdem ich die Ehre gehabt hatte, in die Akademie aufgenommen zu werden. Erman ist von 1810 bis 1841 Secretar der physikalischen, zuletzt der physikalischen Abtheilung der physikalisch-mathematischen Classe gewesen, so dass man behaupten kann, dass von ihren ersten Anfängen bis 1841 die Akademie nie ohne mindestens Einen colonistischen Secretar war. Paul Erman, der Sohn des vorher genannten Jean-Pierre Erman, des Ritters der Königin Luise, begann als Theologe; aber bald wendete er sich der Philosophie, und verhältnissmässig spät der Physik zu, deren ordentliche Professur an der neu errichteten Berliner Universität er zuerst bekleidete. Im Gegensatz zu Achard, welcher in späteren Jahren auf das ihm vom Könige geschenkte Gut Cunern in Schlesien sich zurückzog, und dort ganz der Zuckerindustrie lebte, führte Erman bis in das höchste Alter ein ganz der reinen Wissenschaft gewidmetes Dasein, und eine grosse Anzahl schöner und werthvoller Funde belohnte seinen hingebenden Fleiss: das lineare Gefälle dessen, was man jetzt das Potential der Elektricität nennt, in schlecht leitenden feuchten Schliessungsbögen der Voltaïschen Säule; die unipolare Leitung der Flammen und einiger Körper; die Entzündung von Knallgas durch dünnen mässig erwärmten Platindraht; die sogenannten elektrochemischen Bewegungen von Flüssigkeiten; die Zunahme der Erdwärme in Bohrlöchern; die Volumverminderung der Muskeln bei der Zusammenziehung; die Natur der Schwimmblasengase; endlich die wunderliche Art der Athmung beim Schlammpizger *(Cobitis fossilis)*. Fast alle diese Wahrnehmungen sind zum Keime wichtiger physikalischer und physiologischer Lehren geworden, wenn auch nicht immer Erman selber die von ihm gesäete Frucht geerntet hat. Für die unipolare Leitung erhielt er 1807 von der *Académie des*

Sciences den von Napoléon gestifteten galvanischen Preis. So war er einer von den wenigen deutschen Physikern, welche den durch die falsche Naturphilosophie ernstlich gefährdeten Ruhm der deutschen Wissenschaft im Auslande aufrecht erhielten, wie er sich auch mit aller Macht wider den damals grassirenden Unsinn des thierischen Magnetismus stemmte.

Man könnte im Preise dessen, was Alles die Colonie der Akademie gewesen, noch viel weiter gehen, wenn man auch solche Männer in den Kreis der Betrachtung zöge, welche nur mütterlicherseits der Colonie angehörten. Dann wäre zunächst des grossen Reisenden Peter Simon Pallas zu gedenken, welchem der Ruhm gebührt, dass er das erste Beispiel einer nach allen Richtungen, — in geognostischer, klimatologischer, zoologischer, botanischer, ethnographischer, linguistischer Beziehung — eindringenden Erforschung eines Welttheiles gab; dass er für das nördliche Asien that, was dreissig Jahre später Humboldt für das nördliche Südamerika. Es würde genügen, daran zu erinnern, dass in diesem Saale Rudolphi, in der *Académie des Sciences*, deren auswärtiges Mitglied Pallas war, Cuvier ihm die Gedächtnissrede hielt. Doch giebt es vielleicht einen Begriff vom Umfange der durch ihn aufgedeckten Welt von Dingen, wenn erwähnt wird, dass er zuerst das Gesetz der Übereinanderlagerung der granitischen, geschichteten und der Kalkgesteine unterschied; von den unermesslichen Anhäufungen von Elephantenknochen im nordsibirischen Schwemmlande, ja von ganzen gefrorenen Riesenthieren der Vorwelt im dortigen Eise Kunde gab; eine ungeheure Masse olivinhaltigen, sonst gediegenen Eisens auffand, deren kosmischen Ursprung später Chladni bewies, und deren Schwestern in unseren Tagen Hr. von Nordenskjöld auf der Insel Disko bei Grönland antraf; dass aber auch Pallas es war, der das immer noch räthselhafte, am äussersten Ende der Wirbelthierreihe stehende winzige Geschöpf, den *Amphioxus lanceolatus*, freilich noch als Weichthier, *Limax lanceolatus*, zuerst beschrieb.

Wer aber so weit gehen wollte, brauchte dann auch bei Pallas noch nicht stehen zu bleiben, sondern mit gleichem Rechte dürfte er für die Colonie zur mütterlichen Hälfte in Anspruch nehmen den Stolz der Akademie, die Dioskuren Wilhelm und Alexander von Humboldt, und wer könnte läugnen, dass wenigstens in Alexander's Geistesart eine französische Beimischung erkennbar sei?

Wieviel vollends wäre noch anzuführen, wenn man den akademischen Kreis überschritte. Eines hängt mit dem wissenschaftlichen Leben der Hauptstadt zu nahe zusammen, um es unerwähnt zu lassen. Von den Sammlungen, auf welche heute Berlin stolz sein darf, und zu deren Aufnahme Paläste gebaut werden, waren noch in den ersten

Decennien des Jahrhunderts mindestens sechs in der ehemaligen, im Königlichen Schloss untergebrachten sogenannten Kunstkammer vereinigt: die zoologische. kunstgewerbliche. ethnographische, aegyptologische Sammlung, die Münzsammlung, endlich die der geschnittenen Steine. Der Director aber der Kunstkammer und eifrige Mehrer aller dieser Sammlungen war ein Prediger der Colonie, der 1831 verstorbene Königliche Bibliothekar Jean Henry. Als nach der Schlacht bei Jena der Feind Berlin sich näherte, flüchtete Henry die rasch in Fässchen verpackten Goldmünzen und andere tragbare Kostbarkeiten in das Schlesische Gebirge. Doch fand der französische Commissar, der berühmte Denon, der bekanntlich in den eroberten Ländern die für Paris tauglichen Kunstschätze auszuwählen hatte, noch so viel mitzunehmen, dass nach 1814 und '15 Henry zweimal nach Paris geschickt wurde, um die vollständige Rückgabe durchzusetzen.

Wäre es aber erlaubt, den colonistischen Patriotismus (fast hätte ich das epidemische Wort gebraucht) auf die Spitze zu treiben, so würde dieser Gedankengang im Kreise uns zu dem Anlass meiner heutigen Rede zurückführen.

Oder ist es nicht mehr als Zufall, dass in den Adern des Heldengreises, welcher 1870 das abermals im römisch-katholischen Sinne missleitete Frankreich niederwarf, dass in Kaiser Wilhelm's Adern einige Tropfen des edelsten Hugenottenblutes fliessen, des Blutes des in der Bartholomaeusnacht grässlich hingemordeten Admirals Coligny?

Hierauf wurden die statutarisch vorgeschriebenen Jahresberichte über die fortlaufenden grösseren litterarischen Unternehmungen der Akademie verlesen.

1. Der Druck des das Corpus der Attischen Inschriften abschliessenden dritten Bandes der zweiten Abtheilung ist bis zu den Grabschriften dieser Periode gediehen. seine Beendigung aber dürfte sich bei den Schwierigkeiten, welche die Zerstreutheit des Materials der Redaction bereitet, noch einige Zeit hinausschieben. Unabhängig hiervon liegt es in der Absicht, sobald die in der letzten Zeit wieder aufgenommenen Grabungen auf der Akropolis, durch welche interessante und wichtige epigraphische Denkmäler vorwiegend der vorpersischen Periode und des 6. Jahrhunderts zu Tage gefördert worden sind, zum Abschluss gelangt sein werden, ein zweites Supplementheft zur ersten Abtheilung und demnächst auch ein Supplement zur zweiten

erscheinen zu lassen, für welche letztere sich im Laufe der Jahre ein besonders reiches Material von Nachträgen angesammelt hat. Die Drucklegung des Bandes der griechischen Inschriften von Italien und Sicilien ist in regelmässigem Fortschreiten begriffen. Mit den Vorarbeiten für die Sammlung der nordgriechischen Inschriften ist Hr. Prof. Dittenberger andauernd beschäftigt. Nach Fertigstellung der Scheden für Boeotien einschliesslich des Gebietes von Oropos sind dieselben Hrn. Dr. Lolling in Athen übergeben worden und hat derselbe alsdann im Auftrage der Akademie während der Sommermonate des verflossenen Jahres diese Gegenden bereist; das Ergebniss seiner Thätigkeit darf sowohl in Ansehung der Richtigstellung und Vervollständigung der schon bekannten inschriftlichen Texte wie der Gewinnung neuen Materials als ein sehr erfreuliches bezeichnet werden. In gleicher Weise und hoffentlich mit entsprechend günstigem Erfolge gedenkt Hr. Lolling im kommenden Sommer das Gebiet von Megaris an der Hand der bereits in seinen Händen befindlichen Scheden zu bereisen. Weit weniger befriedigende Ausbeute hat leider aus äusseren Gründen eine Bereisung der Thrakischen Küste geliefert, zu welcher sich Hr. Dr. Purgold bei Gelegenheit seiner Rückreise in die Heimath von Athen über Volo, Salonik und Constantinopel in dankenswerther Bereitwilligkeit erboten hatte: die Ausführung des Unternehmens verschob sich in unvorhergesehener Weise in die Herbstmonate des verflossenen Jahres und die Gestaltung der politischen Verhältnisse zu dieser Zeit führte in diesen Gegenden eine derartige Stockung des Verkehres herbei, dass der freien Bewegung des Reisenden unüberwindliche Schwierigkeiten entgegentraten und ihn seine Thätigkeit auf ein ganz geringes Maass zu beschränken nöthigten.

2. Von dem lateinischen Inschriftenwerk ist die Drucklegung der dritten Abtheilung des sechsten stadtrömischen Bandes unter Leitung des Hrn. Hülsen stetig fortgeführt worden, so dass von den dafür bestimmten ungefähr hundert Bogen vier Fünftel ausgedruckt sind und das Erscheinen dieser Abtheilung für das nächste Jahr in Aussicht gestellt werden kann. Da in Folge der Rückkehr des Herausgebers nach Deutschland für die Erledigung der bei dem Druck sich stetig ergebenden Rückfragen Rath geschafft werden musste, ist mit Hrn. Gatti in Rom eine entsprechende Vereinbarung abgeschlossen worden. Der Druck der fünften Abtheilung desselben Bandes, in welcher Hr. Dressel die stadtrömischen Ziegel- und Gefässinschriften herausgeben wird, sollte im Jahre 1885 begonnen werden: es hat indess in Folge der Übersiedelung des Herausgebers nach Berlin der Beginn der Drucklegung um ein halbes Jahr verschoben werden müssen,

Von dem elften mittelitalischen Band, den Hr. Bormann herausgiebt, sind in diesem Arbeitsjahr acht Bogen gedruckt worden, so dass derselbe bis Bogen 59 vorgeschritten ist. Der Herausgeber hat Maassregeln getroffen, um die Ausarbeitung und Drucklegung dieses Bandes rascher als bisher zu fördern.

Von dem zwölften südfranzösischen Bande sind im Laufe des Jahres, obwohl die Übersiedelung des Herausgebers Hrn. Otto Hirschfeld von Wien nach Berlin ungünstig einwirkte, funfzehn Bogen fertig gestellt worden, so dass der Druck bis Bogen 83 vorgeschritten ist und die Publication dieser Abtheilung im Laufe des Jahres erfolgen wird.

Von dem vierzehnten Bande, welcher die Denkmäler Latiums umfasst, sind in diesem Arbeitsjahr von dem Herausgeber Hrn. Dessau sechzehn Bogen zum Abschluss gebracht und ist der Druck bei Bogen 50 angelangt. Es bleiben noch etwa zehn Bogen, ausschliesslich der Indices, fertig zu stellen, so dass auch die Publication dieses Bandes nicht mehr lange auf sich warten lassen wird.

Für den einzigen noch nicht im Druck befindlichen XIII. Band, in welchem die übrigen Inschriften Frankreichs von Hrn. Hirschfeld und diejenigen Westdeutschlands von Hrn. Zangemeister zusammengestellt werden sollen, sind die erforderlichen Reisen auch in diesem Jahre fortgeführt worden. Hr. Hirschfeld bereist zur Zeit das alte Aquitanien, um dafür die Materialien zu vervollständigen; Hr. Zangemeister hat verschiedene Orte am Niederrhein besucht und die Vorarbeiten für Holland und Belgien grösstentheils beendigt, wobei ihm namentlich die Unterstützung des Hrn. H. Schuermans, Präsidenten des Appellhofs in Lüttich, zu Statten gekommen ist.

Supplementarbeiten sind in Angriff genommen für Spanien (II), für den Orient und das Donaugebiet (III), für die Mauer- und Griffelinschriften von Pompeii (IV) und für Africa (VIII). — Für Spanien ist die Fortführung derselben auch in diesem Jahr unterblieben. – Die Bereisung der Länder an der unteren Donau ist von Hrn. von Domaszewski in Wien, der dieses Supplement in Gemeinschaft mit den HH. Mommsen und Hirschfeld herausgeben wird, im Sommer vorigen Jahres begonnen worden; indess hat der in diesen Gegenden eintretende Kriegszustand das Abbrechen dieser Reise nöthig gemacht, die jetzt nach wiederhergestelltem Frieden wieder aufgenommen werden wird. — Die Vorarbeiten für das pompeianische Supplement hat Hr. Zangemeister bei einem sechswöchentlichen Aufenthalt in Neapel abgeschlossen; auch die Tafeln sind grösstentheils fertig gestellt; die verhältnissmässig wenig Mühe machende Drucklegung wird demnächst beginnen. — In Africa ist der Zuwachs neu gefundener Inschriften ein unverhältnissmässig starker; seit der im Frühling 1881 erfolgten Publication des be-

treffenden etwa 11000 Nummern zählenden Bandes sind gegen 6000 Inschriftsteine, hauptsächlich in dem erst jetzt der Forschung erschlossenen tunesischen Gebiet, zum Vorschein gekommen. Der Herausgeber dieses Supplements, Hr. Joh. Schmidt in Giessen, hatte die Absicht dieses Gebiet im Herbst vorigen Jahres abermals zu bereisen und alsdann sofort die Drucklegung zu beginnen. Indess wurde derselbe nach nur vierzehntägigem Aufenthalt in Africa durch schwere Erkrankung genöthigt die Reise abzubrechen und es ist dadurch unvermeidlich geworden die Publication zu verschieben. Indess sind einerseits wegen Fortführung der Bereisung des unmittelbar französischen Africa mit einem geeigneten deutschen Gelehrten Verhandlungen angeknüpft worden. Andererseits hat Hr. René Cagnat, Professor am Lyceum von Douai, einer der thätigsten und kundigsten französischen Epigraphiker, sich bereit erklärt die Mitherausgabe dieses Supplements zu übernehmen und die Ergebnisse seiner Reisen und sonstigen Sammlungen für dasselbe zur Verfügung gestellt. Derselbe befindet sich zur Zeit in Tunis und besteht die Hoffnung die verschobene Ausgabe des Supplements im Laufe des Jahres 1887 in Angriff nehmen zu können.

Die Vorbereitungen für die Neubearbeitung des ersten Bandes haben durch die schwere Erkrankung des damit zunächst beauftragten Dr. Thomas eine bedauernswerthe Verzögerung erfahren. Indess ist jetzt an dessen Stelle Hr. Dessau eingetreten und wird die unterbrochene Arbeit so eben wieder aufgenommen.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Übersiedelung des Hrn. Hirschfeld von Wien nach Berlin und sein Eintritt in unsere Akademie so wie in die zunächst mit der Leitung dieses Unternehmens beauftragte Commission derselben für die ordnungsmässige Fortführung der Sammlung eine weitere Bürgschaft giebt.

Endlich ist dankbar zu erwähnen, dass, nachdem die von Hrn. Hübner für die epigraphische Palaeographie benutzte grosse Abklatschsammlung nach Abschluss jenes Werkes an die Akademie abgeliefert worden ist, da die akademischen Localitäten für die Aufbewahrung dieser durchaus vor Feuchtigkeit zu schützenden Papiere völlig ungeeignet sind, die Direction der Königlichen Bibliothek dafür genügende Räumlichkeiten zur Verfügung gestellt hat. In dieselbe sind zugleich sämmtliche auf das Corpus bezügliche Collectaneen übergeführt und es ist für die Ordnung und thunliche Nutzbarmachung dieser Materialien von Seiten der Akademie entsprechende Veranstaltung getroffen worden.

3. Die Vorarbeiten für die römische Prosopographie können insoweit als abgeschlossen bezeichnet werden, dass nun an die Ausarbeitung selbst Hand angelegt werden kann. Die Vorschläge für

Arbeitstheilung und Arbeitsplan werden in nächster Zeit der Akademie vorgelegt werden.

4. Bericht der Aristoteles-Commission 1885/6:

Aus der Reihe der Aristoteles-Commentatoren ist im verflossenen Jahre eine ziemlich ansehnliche Anzahl fertig gestellt worden. Der Commentar des Aspasius zur Ethik, der älteste, der in unserer Sammlung — und zwar zum ersten Male — veröffentlicht wird (Bd. XIX), liegt in der Bearbeitung des Hrn. Heylbut druckfertig vor. Derselbe hat sofort die übrigen Commentare der Ethik (Bd. XX) in Angriff genommen und ist seit Anfang d. J. in Italien mit dem Abschluss der handschriftlichen Vorarbeiten dazu beschäftigt. Ein anderes Ineditum, Asclepius zur Metaphysik (Bd. VI 2), bearbeitet von Hrn. Hayduck, ist ebenfalls im Manuscript vollendet. Hr. Wallies hat die Herausgabe der Topik des Alexander (Bd. II 2) so weit gefördert, dass das Werk im October d. J. dem Drucke übergeben werden kann. Die eigenthümliche Composition der vier letzten Bücher dieses Commentars erforderte die Zuziehung der entsprechenden ungedruckten Commentare des Johannes Italus und Leo Magentinus, welche aus Wiener und Pariser Handschriften abgeschrieben wurden. Die Vergleichung des Leo hat auf die Zusammensetzung des in der Aldine vorliegenden Textes dieser Bücher ein überraschendes Licht geworfen. Dieselben werden in einer völlig veränderten Gestalt vorgelegt werden. Übrigens haben die Vorarbeiten zu Leo Magentinus es nahe gelegt, eine Gesammtausgabe dieses Byzantiners, für die der XXIV. Bd. unserer Sammlung bestimmt ist, in Angriff zu nehmen. Von Porphyrius ist die Isagoge von Hrn. Busse zugleich mit der lateinischen Übersetzung des Boethius herausgegeben und im Drucke vollendet worden. Dieses Heft wird zugleich mit dem druckfertig vorliegenden Commentar des Porphyrius zu den Kategorien (κατὰ πεῦσιν καὶ ἀπόκρισιν) noch in diesem Jahre ausgegeben werden (Bd. IV 1). Die Kritik der letzten Schrift ist sehr vereinfacht, nachdem es Hrn. Vitelli gelungen ist, in einer Handschrift von Modena den Archetypus aller vorhandenen Handschriften aufzufinden. Ausserdem hat Hr. Busse die ausserordentlich verwickelte Untersuchung über die Einleitungscommentatoren Ammonius, Olympiodor, David, Elias u. s. w. (Bd. IV 3. 4. XII 1. XVIII 1. 2) in Angriff genommen. Zum Zwecke dieser Untersuchung hat Hr. Diels im October v. J. eine Reise nach Wien unternommen und bei dieser Gelegenheit einen Catalog der für unser Unternehmen in Betracht kommenden Handschriften der dortigen K. K. Hofbibliothek angefertigt. Der Druck des Philoponus zur Physik (herausgegeben von Hrn. Vitelli) ist stetig fortgeschritten, aber leider noch nicht beendet, wie denn

überhaupt der Drucker hinter der Rührigkeit der Mitarbeiter etwas zurückgeblieben ist.

Vom Supplementum Aristotelicum ist die zweite Hälfte des ersten Bandes, Priscianus Lydus, bearbeitet von Hrn. BYWATER, im Drucke abgeschlossen. Die Indices dazu sind im Satze, so dass das Erscheinen dieses Bandes demnächst in Aussicht steht. Auch vom zweiten Bande ist das erste Heft, Alexander de anima in der Ausgabe des Hrn. BRUNS enthaltend, seit Anfang dieses Jahres im Drucke.

5. Über die Fortführung der Herausgabe der politischen Correspondenz berichtete Hr. DUNCKER:

Die Publication der politischen Correspondenz König FRIEDRICH's II. hat im abgelaufenen Jahre nicht ganz so rasche Fortschritte gemacht, wie in den vorhergehenden Jahren. Wiederholte Erkrankungen unseres Mitarbeiters Dr NAUDÉ haben Verzögerungen herbeigeführt, die nicht vollständig ausgeglichen werden konnten Der dreizehnte Band, welcher die Urkunden bis Ende October des Jahres 1756 giebt, ist erschienen, der vierzehnte, der sich im Drucke befindet, bringt die Schriftstücke der Wintermonate, der Vorbereitungen der raschen Erfolge der preussischen Armee im Frühjahr 1757 und der Belagerung von Prag bis zur Schicksalswende von Kollin.

Was die Documente dieser Bände an Aufklärung und Richtigstellung der diplomatischen und militairischen Action ergeben, bleibt hinter dem betreffenden Gehalte der früheren Bände schwerlich zurück. Zunächst treten die Motive ausser Zweifel, die den König bestimmten, im Spätherbst des Jahres 1756 in Böhmen nicht weiter vorzugehen. Nicht nach der Zurückwerfung BROWNE's hinter die Eger, der Schlacht von Lowositz, war die Capitulation der sächsischen Armee erfolgt, wie er gehofft. Ihre zähe Ausdauer verlängerte den Widerstand bis zu dem Misslingen des Elbüberganges und des Vorstosses BROWNE's auf dem rechten Ufer nach Schandau. Nun schien es FRIEDRICH zu spät, um noch Erfolge von Werth in Böhmen davon tragen zu können, die hier occupirten Gebiete waren bereits zu stark mitgenommen, die Truppen im Winter zu erhalten. Zudem besorgte er, deren Schlagkraft für die Campagne des nächsten Jahres zu schwächen, wenn er sie zu nahe am Feinde lasse. So begnügte er sich, wie er sagte, zunächst seine Avantage genommen zu haben.

Es war ein harter Winter, den FRIEDRICH durchzumachen hatte. Der kommende Feldzug musste die Entscheidung bringen; dass die Vorbereitung des Krieges dessen Erfolg in sich trägt, wusste er wohl; niemals hatte es sorgfältigerer militairischer wie diplomatischer Waff-

nung bedurft. Friedrich fand seine Gegner doch viel fester zusammengeschlossen, als er vorausgesetzt, und den einzigen Alliirten, den er besass, viel lauer, als er erwarten durfte. Beispiellos ist die Thätigkeit, mit der er nach allen Seiten hin arbeitet; die Umstände zwingen ihn, Eigenschaften und Tugenden zu entwickeln, die gerade ihm am schwersten fielen; den Zögerungen, den Ausflüchten, dem üblen Willen musste er mit Sanftmuth und Geduld begegnen, wenn er nicht Alles verderben wollte, er musste Vertrauen heucheln, wo Misstrauen nur zu wohl begründet war, er musste da gute Miene machen, wo die schärfsten Worte nicht zu stark gewesen wären. Eine räthselhafte Unthätigkeit Englands, auf dessen Haltung jetzt Alles ankam, hemmte die Sammlung der niederdeutschen Fürsten, des protestantischen Deutschlands um Friedrich's Fahnen von Monat zu Monat, von Woche zu Woche. Friedrich's Versuch, die süddeutschen Fürsten von der Parteinahme für Österreich, theils durch direct, theils an den kleineren Höfen durch die Markgräfin von Baireuth, mit Württemberg durch den Bruder des Herzogs, den Prinzen Friedrich Eugen, betriebene Verhandlungen zurückzuhalten, blieb ohne Ergebniss. Frankreichs Geld gab den Ausschlag in Stuttgart. Nicht einmal den Stammesvetter, den Markgrafen von Anspach, vermochte er durch wiederholte persönliche Mahnungen von dem Beitritt zu Österreich zurückzuhalten. Als dann Kaiser Franz das Dehortatorium gegen den Friedensbrecher erliess, die preussischen Officiere und Soldaten ihres Fahneneides entband, als das Executionsverfahren am Reichstage eröffnet wurde, bemühte sich Friedrich vergebens, die protestantischen Fürsten zu energischem Widerstande zu bewegen, vergebens forderte er, als die Mehrheit zu Regensburg in allen drei Collegien die Execution im Wege des Reichskrieges gegen Preussen (10. Jan. 1757) und das Einschreiten des Kaisers als höchsten Richters im Reich: »um Kursachsen zum Besitze seiner Erblande und Vergütung des erlittenen Schadens, Kurböhmen zu hinreichender Genugthuung zu helfen,« sammt der armatura ad triplum beschlossen hatte (17. Januar), die Abberufung der Gesandten der Minderheit, die Bildung eines Gegenreichstages durch deren Vertreter. Unter Führung Hannovers begnügte sich die Minderheit, für die Vermittelung des Reichs zwischen Kurböhmen und Kurbrandenburg zu stimmen.

Ob Frankreich über den Vertrag vom 1. Mai 1756 hinaus für Österreich gegen ihn vorzugehen im Sinne habe, durchschaute der König am Ablauf des Jahres 1756 noch nicht vollständig. Er liess die Kurfürstin, den Kurprinzen in Dresden, so unbequem sie ihm hier waren, um nicht noch Öl in das Feuer zu giessen, das die Thränen der Dauphine in Paris entzündet. Einen Augenblick meinte er, dass das

Attentat des Damiens, der Ludwig XV. leicht verwundet hatte, um, wie er aussagte, »den König zu Gott und seinem Volke zurückzuführen«, die religiöse Stimmung Ludwig's so weit steigern werde, dass die Marquise ihren Einfluss verlöre. Er irrte vollständig. Ludwig, obwohl er vor mehr als zwei Monaten seine Gesandten aus Berlin abgerufen, empfand es als eine neue Beleidigung, dass Friedrich ihn nicht zu seiner glücklichen Errettung beglückwünschte. Um die Mitte des Februar (1757) konnte Friedrich nicht mehr zweifeln, dass Frankreich nicht nur mit dem stipulirten Hülfscorps von 24000 Mann, sondern mit einer grossen Armee gegen ihn auftreten werde. Österreich erhöhte den Frankreich ausgesetzten Preis, Belgien, um Luxemburg; dafür übernahm Frankreich, 105000 Mann in's Feld zu stellen, dazu 6000 Baiern, 4000 Württemberger für Österreich zu besolden, Österreich nicht weniger als jährlich zwölf Millionen Gulden vom 1. März 1757 ab zu den Kriegskosten so lange zu zahlen, bis Friedrich mindestens Schlesien und Glatz, Geldern, Cleve und Mark, Halberstadt, Magdeburg und Pommern verloren habe. Frankreich blieb hierbei nicht stehen. Es war seine Action oder vielmehr sein Geld — nicht weniger als vier Millionen Subsidien jährlich und die Zusage Pommerns in den Grenzen des Friedens von St. Germain —, was Schweden gegen Preussen in den Krieg trieb. Ende März sah Friedrich, dass er auch diesen Feind zu bestehen haben werde.

Nach dem Einmarsch des Königs in Sachsen schrieb Kaunitz Esterhazy, seinem Gesandten in Petersburg: »wir wollen dem hochmüthigen König von Preussen so viele Feinde auf den Hals ziehen, dass er dem Schicksal Henrici Leonis nicht entgehen soll«. Russland anzutreiben hatte Kaunitz nicht nöthig: Elisabeth war eifriger als Ludwig und die Marquise, eifriger als Maria Theresia, zum Kriege gegen Preussen zu kommen. Als Esterhazy der Kaiserin mittheilte, in jener peremptorischen Anfrage in Wien: Krieg oder Frieden habe Friedrich behauptet, der Krieg sei auf das nächste Jahr verschoben, da Russlands Armee und Flotte noch nicht bereit seien, antwortete die Kaiserin: »ich will ihm zeigen, dass ich fertig bin«, und auf die Kunde des Einmarsches in Sachsen warf sie Esterhazy vor: »Ihr habt die Noth Sachsens verschuldet, Ihr habt mich im Frühjahr zurückgehalten«. So lagen die Dinge in Petersburg, und immer noch vertrösteten Sir Hanbury Williams Mittheilungen an Mitchell den König: es werde möglich sein, Russland wenigstens neutral zu halten — seine Rechtfertigungsschrift habe grossen Eindruck in Petersburg gemacht — wenn sich preussisches Geld dem englischen Gelde (der Grosskanzler bezog jährlich 2500 Pfund von England) geselle. So konnte Bestuchew 100000 preussische Thaler aus Sir Hanbury's Hand entgegennehmen

(28. Sept. 1756). »Von dieser Stunde an«, so sagte er, »bin ich des Königs Freund«. In der That änderte er seine Politik — nicht um diese Summe zu verdienen, nicht um das englische Jahrgeld zu wahren; es war die Haltung des jungen Hofes, der den Krieg gegen Preussen entschieden missbilligte, und der schwankende Gesundheitszustand der Kaiserin, die ihm riethen, Russland fortan womöglich in die Wege der Neutralität zu lenken. Aber den Hass gegen Preussen, den er, im Solde Englands und von England gestachelt, zehn Jahre hindurch unablässig in der Seele der Kaiserin geschürt, vermochte er nicht mehr zu dämpfen; die Geister, die er gerufen, vermochte er nicht mehr zu bannen. Zudem stand für ihn die Behauptung des Amtes in erster Linie; so konnte er nur zwischen dem alten und dem jungen Hofe zu schwimmen, so durfte er der Stimmung der Kaiserin gegenüber nur vorsichtig und versteckt zu retardiren versuchen. Die Documente unserer beiden Bände werden zeigen, dass von dem in Arneth's Darstellung viel berufenen Landesverrath des Grossfürsten nichts übrig bleibt als laut ausgesprochene Missbilligung des Krieges gegen Preussen. Nicht mehr als dahin zielende Äusserungen des Grossfürsten und der Grossfürstin hatte Sir Hanbury dem Könige mitzutheilen, denen er den Rath hinzufügte, der König möge sich den Beschwerden des Grossfürsten gegen Dänemark günstig erweisen, worauf Friedrich so lange Aussicht bestand, Dänemark zu gewinnen, nicht eingehen konnte. Nur als die Kaiserin Anfangs October schwer erkrankte, mochte es den Anschein gewinnen, dass die Neutralität es in Petersburg über die Kriegspolitik davon tragen werde. Die flüchtige Hoffnung ging mit der Genesung der Kaiserin Ende October rasch vorüber. Friedrich liess in den ersten Tagen des neuen Jahres (1757) den Gedanken fallen, dass Russland aus dem Spiele bleiben könne; am 6. Januar befahl er die Bereitstellung der ostpreussischen und der pommerschen Regimenter. Er sah richtig, denn unmittelbar darauf erfolgte der Beitritt Russlands zur Allianz zwischen Frankreich und Österreich (11. Januar 1757), die Verbesserung der Allianz von 1746 zwischen Russland und Österreich, deren Anpassung an die gegenwärtigen Umstände. Nicht sowohl Gegenwirkungen des Grosskanzlers hatten diese Abschlüsse bis dahin verzögert, als Bedenken und Wünsche Maria Theresia's. Russland verlangte als Siegespreis Kurland und Semgallen von Polen, wofür die Republik durch Ostpreussen entschädigt werden solle: die Kaiserin Maria Theresia fürchtete, dass Abreissungen von Polen in Paris verstimmen könnten und gedachte zugleich, Ostpreussen als Herzogthum unter der Lehenshoheit Polens für ihren zweiten Sohn Karl zu gewinnen. Nachdem sie auf Aufnahme dieser Bedingung verzichtet, zeichneten Bestuchew, Woronzow und Esterhazy: der Vertrag verpflichtete Österreich und

Russland, »da der Friede Europa's nicht gesichert sein werde, bis dem Könige von Preussen die Mittel genommen seien, ihn zu stören«, mit mindestens je 80000 Mann regulärer Truppen zu operiren, denen Russland 20 Kriegsschiffe und 40 Galeeren hinzuzufügen habe (2. Februar 1757). Nach dem Abschluss dieser Verträge liess auch die Grossfürstin ihr Widerstreben fallen. Gegen die Berichte der Gesandten Sachsens, Österreichs und Frankreichs erweisen die neuerdings aus russischen Archiven erfolgten Publicationen, dass ihre an den Befehlshaber der in Kurland versammelten Armee, Apraxin, gerichteten Schreiben, die Operationen gegen Preussen nicht hinauszuziehen, keineswegs Fictionen waren, das wahre Spiel zu decken, dass noch weniger Apraxin's Rückzug nach der Schlacht von Jägerndorf auf Veranstaltung Bestuchew's und des jungen Hofes geschehen ist. Rein militairische Gründe, vornehmlich der Verpflegung, haben denselben herbeigeführt. Wie erfolglos Bestuchew lavirte und operirte, seine Lauheit entging der Wachsamkeit der Gegner, der Gesandten Österreichs und Frankreichs nicht. Opfer des Brandes, den er selbst entzündet, fiel er im nächsten Jahr.

Die Generalstaaten zu gewinnen, die durch das Bündniss der beiden Kaiserhöfe und den Beitritt des alten Alliirten der Osmanen, Frankreichs, zum Bunde der Kaiserhöfe bedrohte Pforte gegen Österreich und Russland in Bewegung zu bringen, konnte dem Könige, wenn er auch seinen Gesandten nach Constantinopel mit 400000 Thalern ausrüstete, nur unter energischer Mitwirkung Englands gelingen. Er hatte von diesem seinen neuen Alliirten erwartet, dass England jetzt eben so fest zu ihm stehen werde, wie es vordem zu Österreich gegen Frankreich gestanden, er durfte dies nach dem Westminstervertrage in noch weiterem Umfange erwarten. Er sollte die herbsten Enttäuschungen erfahren. Seine unermüdet wiederholten Mahnungen, die durch »das neue Triumvirat« bedrohten Staaten zu einer starken Gegencoalition zu sammeln, weckten in London auch nicht das leiseste Echo. Der Winter ging vorüber, das Frühjahr kam, ohne dass englischerseits auch nur ein nennenswerther Schritt bei den alten Gefährten Englands, bei Holland oder bei Kurhessen, Braunschweig, Hessen-Darmstadt, geschweige denn bei Dänemark, Sardinien, der Pforte geschehen wäre, der Überfluthung Norddeutschlands von Osten und Westen her Damm oder Hemmung entgegenzustellen. Des Königs Besorgniss wäre ungleich höher gestiegen, wenn er zu durchschauen vermocht hätte, dass der Bundesgenoss für seine Bollwerke gegen Frankreich keinen Finger zu rühren gedachte, dass England zwar Preussens Freund aber nicht der Feind der Feinde Preussens sein wollte, weder der Feind Österreichs noch der Feind Russlands noch der Feind Schwedens, dass es selbst deren Missfallen zu erregen sich scheue, ja dass England

nicht einmal der ehrliche Genosse Preussens gegen Frankreich zu sein gemeint war.

Wie hätte Friedrich ahnen können, dass der Staat, der sich ihm verbunden: mit vereinter Kraft dem Eindringen fremder Truppen in Deutschland entgegenzutreten, sehr fest entschlossen war, diesen Vertrag Russland gegenüber niemals in Ausführung zu bringen, dass er ihn Frankreich gegenüber zu eludiren versuchen würde?

England war nicht in seinen besten Stunden, als es Friedrich die Hand geboten, und dieser sie ergriffen. Nicht dass Kämpfe um Grundsätze, dass das Ringen einander aufwiegender Parteien, Sinn und Kraft der Nation in Anspruch genommen hätten. Unbedingter hatten die Whigs kaum jemals im Unterhause wie im Oberhause geboten. Innerhalb der regierenden Partei kämpften die grossen Häuser um die hohen Beamtungen, haderten die leitenden Männer um die Zügel. So heftig entbrannten, unbekümmert um Noth und Gefahr des Staats diese Rivalitäten, dass im Schoosse der Ministerien selbst die Disciplin nicht mehr feststand. Als der Westminstervertrag geschlossen wurde, behauptete sich Newcastle, von Fox' Talent secundirt, nur noch mühsam am Ruder. Bald nach diesem Abschluss wurde England von fieberhaftem Schrecken befallen. Auf der Küste Frankreichs bei Havre wurden Anstalten zum Übergang nach England getroffen. Zum Schutze Englands, das, wie Pitt sagte, vor 20000 Franzosen zitterte, wurden die Hannoveraner, die hessischen Soldtruppen schleunigst herübergeholt. Zu spät gewahrte man, dass die Rüstung in Havre nur Maskirung des Angriffs auf Minorka war. Darauf erlagen im Sommer die Forts am Ontariosee mit 120 Geschützen den Franzosen, in Ostindien entriss Seradsch-i-Daula den Engländern Kalkutta. Übereilt, mit ungenügender Rüstung ausgesendet, Fort Philipp auf Minorka zu entsetzen, hatte Byng nach unentschiedener Seeschlacht den Rückzug angetreten, Fort Philipp fiel. Das englische Volk tobte gegen Admiral Byng, erhenkte ihn in effigie, als Friedrich in Sachsen einrückte. So bereit Newcastle war, den unglücklichen Admiral dem Zorn des Landes zu opfern, seine Verwaltung war dieser Reihe von Schlägen nicht gewachsen; Ende October gab er seine Entlassung. Vergebens versuchte Fox ein neues Ministerium zu bilden. König Georg brauchte Zeit, seine Abneigung gegen Pitt und Lord Temple zu überwinden; erst mit dem Anfang Decembers trat die neue Verwaltung Devonshire-Pitt in Function. War es ein Vortheil für Friedrich, dass Pitt nunmehr die entscheidende Stimme führte? Er hatte dem Westminstervertrage heftig widersprochen — nur im Interesse Hannovers sei er geschlossen, die Entschädigung, welche England in demselben für die dem vordem neutralen Preussen gekaperten Schiffe

übernahm, sei der Verzicht auf die Seeherrschaft. War wenigstens die hannoversche Politik, die neben der englischen herlief, mit seinem Eintritt beseitigt? Auf FRIEDRICH's Gegencoalition einzugehen, England in Krieg gegen Russland und Österreich zu verwickeln, war PITT so wenig gemeint wie NEWCASTLE. Sein Programm war: energische Führung des Seekriegs; Preussen werde sich schwerlich behaupten können. Erst weiterhin überzeugte er sich, dass Preussen doch einen wuchtigen Theil der Streitkraft Frankreichs auf sich ziehe, dass die Verbindung mit ihm zu erhalten, seine Abwehr mit Geld zu unterstützen sei. Hannover war PITT gleichgültig. So fanden FRIEDRICH's Vorstellungen und Mahnungen bei der neuen Verwaltung nicht besseres Gehör als zuvor. Man lehnte auch jetzt nicht ab: es traten nur immer neue Hindernisse ein, die Ministerkrisen, die Neuheit in den Geschäften, widrige Winde, Gichtleiden PITT's.

Kein frappanteres Gegenbild, als König FRIEDRICH besten Glaubens unablässig arbeitend, England zu energischen Schritten gegen »das neue Triumvirat« zu drängen und England, das dem Könige freundlich zunickt und unter diesem Nicken mit zweien dieser Triumvirn im besten Vernehmen bleibt, mit dem dritten für das Festland in's Einvernehmen zu kommen sich eifrig bemüht. Als sich zeigte, dass Englands Gewicht, auch von preussischem Gelde unterstützt, nicht ausreichte, Russlands Action gegen Preussen zu hemmen und FRIEDRICH nun dem Vertrage gemäss die Entsendung eines Geschwaders in die Ostsee fordert, seine Betheiligung an der Vertheidigung am Rhein von dessen Absendung abhängig macht, als er diese Unterstützung noch dringlicher verlangt, da Ende März Schwedens Angriff auf Pommern in Aussicht tritt, da lagen selbstverständlich der englischen Flotte dringendere Aufgaben ob. FRIEDRICH erklärte schliesslich, wenn auch nur einige Schiffe sich in der Ostsee zeigten, wenn nur die Streitkräfte Hannovers, Braunschweigs und Hessens vereinigt würden, hoffe er allen Gegnern gewachsen zu bleiben. Er erreichte mit endloser Mühe nur, den Abschluss eines Vertrages zwischen England und Braunschweig im Frühjahr herbeizuführen, der die hannoverische Armee um 6000 Mann vermehrte.

England hatte zu Westminster mit Preussen geschlossen, um Hannover vor Preussen zu sichern, eventuell Preussen als Auxiliarmacht zur Vertheidigung Hannovers gegen Frankreich zu verwerthen. Viel besser noch schien König GEORG, wenn man weder Preussens noch Hannovers Streitkräfte zu dessen Vertheidigung bedurfte, wenn an die Stelle der stipulirten Grenzvertheidigung Deutschlands mit vereinter Macht gegen Frankreich Hannovers Neutralität, d. h. die Nichtbetheiligung Englands am Festlandskriege, trat. Freilich lief das gegen

Wort und Sinn des Vertrages; er war Namens des Königs von England, Kurfürsten von Hannover geschlossen, aber nur die englischen Minister Newcastle, Fox, Holderesse hatten ihn gezeichnet. War die Unterscheidung vortheilhaft, warum sollte man sie nicht machen? Diese hannoverschen Absichten trafen mit den Intentionen des Fürsten Kaunitz vollkommen zusammen, sie erriethen dessen Gedanken. Nachdem Kaunitz durch Verweigerung des von England bei ihm erbetenen Schutzes für Belgien-Holland gegen Frankreich, für Hannover gegen Preussen, England zur Allianz mit Preussen gedrängt, durch deren Abschluss, durch den Systemwechsel, den Preussen damit vollzog, den seinerseits angebahnten Übergang Frankreichs zu Österreich vollends gewonnen, lag es in seiner Aufgabe, Preussen absolut zu isoliren, ihm nunmehr wiederum die Hülfe Englands, die der norddeutschen Fürsten, die von Englands Haltung abhängig war, zu entziehen. Dies Problem zu lösen war schwer genug, es handelte sich um nicht Geringeres als darum, Frankreich zur Auxiliarmacht Österreichs herabzudrücken, Frankreich mitten im Kriege gegen England auf den Angriff, auf die Wegnahme Hannovers, d. h. auf die Beute verzichten zu lassen, deren Vorenthaltung durch König Friedrich Frankreich schliesslich in das Lager Österreichs geführt.

Ein merkwürdiges Intriguenspiel beginnt, das volle sieben Monate hindurch von Anfang September 1756 bis Ende April 1757 zwischen London, Wien und Paris hinter dem Rücken Friedrich's vor sich geht, dessen Vorhang nur zwei Mal ein wenig gelüftet wird. Auf die Nachricht vom Einrücken Friedrich's in Sachsen, lässt König Georg seine Missbilligung dieses Schrittes in feierlicher Audienz durch den Vertreter Hannovers in Wien, Steinberg, dem Kaiser Franz erklären: Hannover stehe treu zu Österreich und halte sich gegen einen etwaigen Angriff Frankreichs der Hülfe des Reichs gewärtig: Eröffnungen, denen die Anfrage folgte, ob Hannover in solchem Falle ebenso schnelle Hülfe zu Theil werden würde, wie Sachsen solche erhalten (5. September, 17. October 1756). In Erwiderung dieser Ansuchen ergreift Maria Theresia die Feder, um Georg's Hülfe gegen den Angriff, den Friedrich gegen sie richte, in Anspruch zu nehmen (19. October). Mit nicht misszuverstehender Deutlichkeit gab Georg's Antwort zu erkennen, dass er gegen Zugeständniss der Neutralität Hannovers die Allianz mit Preussen fallen zu lassen bereit sei: »Der Kampf zwischen Österreich und Preussen sei ihm fremd, er habe den König von Preussen zurückzuhalten vergebens sich bemüht. Dass er sich in Deutschland nicht verwickeln lassen wolle, beweise die Herüberziehung der deutschen Truppen nach England. So lange jedoch keine Änderung in der Lage Hannovers eintrete,

müsse er an dem Bündniss mit Preussen festhalten (19. November 1756).«

Kaunitz hatte die englisch-hannoverschen Eröffnungen nicht abgewartet, um in Paris vom Angriff auf Hannover abzurathen: die norddeutschen Stände würden dadurch beunruhigt, zu Gegenmaassregeln gedrängt werden; Hannover, Braunschweig, Hessen könnten zusammen 50000 Mann aufstellen, die der französchen Armee ernsthafte Hindernisse zu bereiten im Stande wären, der Krieg würde dadurch ein allgemeiner und dessen Hauptzweck (d. h. die Vernichtung Preussens) gefährdet. Treibe man Georg zum Äussersten, so werde er sich entschliessen, seinen grossen Schatz zu öffnen, die Pforte zum Kriege bringen, wodurch dann alle Pläne gekreuzt werden würden. Die Aufstellung einer Observationsarmee am Niederrhein unter gleichzeitiger Beruhigung der norddeutschen Protestanten genüge: die Hauptarmee Frankreichs müsse längs der Donau zur Vereinigung mit der österreichischen Armee geführt werden. Seine Vorstellungen wirkten; er entriss Frankreich die Vollmacht zur Verhandlung einer Neutralitätsconvention für Hannover (21. December). Nunmehr proponirte er in London: der Kaiser verzichtet auf Stellung des ihm rechtlich zustehenden Reichscontingents Hannovers unter der Bedingung, dass König Georg als Kurfürst von Hannover sich feierlich verpflichtet: Preussen und dessen Anhänger weder durch Geld noch durch Truppen irgend welche Hülfe zu leisten; Maria Theresia übernimmt die Gewähr der Respectirung der Neutralität Hannovers Seitens ihrer Verbündeten (d h. Frankreichs) Falls der Kurfürst »die Sicherheiten, Bedingungen und Erleichterungen zugesteht, die die Folgen dieser Verpflichtung sein würden (1. Februar 1757)«. Wie erwünscht dies Entgegenkommen war, man konnte sich doch nicht darüber täuschen, dass »die Sicherheiten, Bedingungen und Erleichterungen« den Durchmarsch der französischen Armee durch Hannover verhüllten. Colloredo gab zu: es könne sich um den Marsch von etwa 25000 Mann gegen Magdeburg handeln. Waren aber die Franzosen einmal im Lande, wer sollte sie entfernen; der Durchmarsch war im Grunde doch das Gegentheil der Neutralität, die Auslieferung des Landes. Demnach wurde geantwortet: auf Zusagen Frankreichs könne man, nachdem es sich in Hannover festgesetzt, nicht bauen, die Lage Hannovers an der Grenze Preussens lasse befürchten, dass das Kurfürstenthum Kriegsschauplatz werde; vor definitiver Entschliessung »müsse man wissen, wie weit die Neutralität extendirt werden solle«.

In Erwartung der Antwort befand sich König Georg in recht beklemmter Lage. Friedrich drängte peremptorisch auf die Rüstung Hannovers. Georg hatte Friedrich ersucht, hierüber »um Zeit zu

sparen« mit den geheimen Räthen zu Hannover in directe Verbindung zu treten. Augenblicklich hatte Friedrich den General Schmettau dorthin gesendet (Ende December), der hier alsbald inne wurde, dass man ihn hinhalte. Friedrich's lebhafte Unzufriedenheit mit dem Verhalten Kurbraunschweigs in Regensburg bei den Executionsverhandlungen, die Zurückrufung Schmettau's liess in London die Besorgniss erwachen, Friedrich könne das Doppelspiel durchschauen, das System wechseln, sich mit Frankreich um den Preis Hannovers aussöhnen. Man musste rüsten, um Friedrich zu beschwichtigen, und man sagte sich zugleich, dass die Bewaffnung Hannovers, d. h. die Miene, Hannover vertheidigen zu wollen, dem Neutralitätsverlangen in Wien und Paris Nachdruck geben werde. Die hannöversche Observationsarmee wurde erfunden. In diesem Sinne liess König Georg den Kammerpräsidenten Münchhausen wissen: »die österreichische Proposition genüge nicht, man müsse die Frage offen halten, inzwischen aber die Armee bereit machen:« dem Könige Friedrich sei zu eröffnen: Österreich habe Neutralität für Hannover angeboten; sie sei rund abgelehnt worden. Diese Mittheilung erfolgte am 13. Februar. Bei Eröffnung des Parlamentes am 17. Februar beantragte Pitt die Verstärkung des Landheeres und der Marine sammt der Bewilligung von 200000 Pfund behufs Ergreifung von Maassnahmen zum Schutze Hannovers, wobei er die Nothwendigkeit der Unterstützung Preussens lebhaft betonte. Friedrich glaubte sich schon am Ziele. Zum zweiten Male war General Schmettau in Hannover. Er fand die geheimen Räthe nicht williger als zuvor; diese hielten in ihrer besonderen Weisheit dafür, dass jede Rüstung die Chancen für die Neutralität Hannovers in Wien vernichten müsse und trieben das alte Spiel von Neuem. Schmettau berichtete am 8. März dem Könige: man verhandele weiter in Wien und thue absichtlich nichts in Hannover, um dann erklären zu können, man sei gezwungen, die Neutralität anzunehmen. Friedrich war empört; seinem Zorn machte er in bitteren Worten Sir Andrew gegenüber Luft. »Die Bombe ist geplatzt«, so meldet Mitchell am 11. März dem Grafen Holdernesse; »nur darüber bin ich erstaunt, dass es so lange gehalten hat. Schmettau's Bericht hat Alles aufgedeckt. Wir sind alle in Ungnade. Die Sache muss auf der Stelle klar werden, sagte der König, ich will auch das Schlimmste wissen. Es ist hart, dass ich gerade von dem Volke verrathen werde, das ich gerettet habe, von dem ich vor einem Jahre die Waffen Frankreichs abgelenkt und auf mich selbst gezogen habe.«

Ein energisches Schreiben Friedrich's an König Georg »ohne das Vertrauen, das er in seine Loyalität setze, würde ihm das Verhalten der hannoverschen Regierung und Anzeichen fortdauernder Verhandlungen mit Österreich Grund zu schwerstem Misstrauen geben (11. März

1757)«, die Weisung an SCHMETTAU: die Dinge in Hannover zur Klarheit zu bringen, schienen hier endlich zu einer Wendung zu führen; die deutschen Truppen, 18000 Mann, kamen successiv aus England herüber. Aber wie erstaunte FRIEDRICH, als er in den letzten Märztagen ein Schreiben MÜNCHHAUSEN's empfing: König GEORG habe nicht umhin gekonnt, auf die ihm angetragene Neutralität näher einzugehen: ob Preussen derselben nicht zustimmen würde, wenn dieselbe auf Braunschweig und Hessen ausgedehnt, die Hannover in Westfalen benachbarten Gebiete Preussens und Kurkölns in dieselbe eingeschlossen würden? Es waren zweifellos längst in Wien gemachte Vorschläge. Der König liess erwidern: er stehe auf dem Vertrage von Westminster. Er blieb fest auf dem Standpunkt, zu dem er sich seiner Schwester schon im November 1756 bekannt hatte: »Gegen ihren eigenen Willen werde ich Deutschland und den Protestantismus mit meinem Degen vertheidigen; tant qu'il y a un Prussien en vie l'Allemagne ne manquera pas de défenseurs.«

Inzwischen hatte KAUNITZ in Paris lebhafter als zuvor gedrängt, den Durchmarsch durch Hannover fallen zu lassen. Er erreichte viel, aber doch nicht Alles, immerhin mehr, als die Interessen Frankreichs zuliessen: Frankreich wolle den nördlichen Halbscheid des Kurfürstenthums, das Gebiet nordwärts der Aller, nicht in den Bereich seiner Operationen ziehen, sich mit der Einräumung der Feste Hameln, mit dem Durchmarsch und der Basirung seiner Armee auf die südliche Hälfte des Landes beschränken, die die nöthigen Lieferungen gegen Zahlung zu übernehmen haben würde. Die hiernach gefasste Neutralitätsconvention wurde am 13. April in London übergeben. Aber wogen die Moore des Herzogthums Bremen, die Haiden Lüneburgs schwer genug, dagegen die Stammlande, die reichen Gebiete der Südhälfte, der französischen Armee zur Auspressung auszuliefern; schwer genug, dagegen Preussen zu verlieren? Frist zu weiterer Verhandlung gab es nicht; die Franzosen überschritten den Rhein. GEORG lehnte ab. Trotzdem liess man den Faden nicht reissen. »Will man uns die Neutralität nicht dergestalt accordiren, wie sie begehrt worden«, so instruirt MÜNCHHAUSEN STEINBERG in Wien, »so bleibe man nur von unsern Grenzen entfernt, alsdann turbirt unsere Observationsarmee die österreichischen Circulos nicht; die französische Armee aber müssen wir, wenn sie sich uns nähert, als feindlich betrachten, sie nenne sich, wie sie wolle. Verfahren wir nur nicht offensiv, so entgehen wir dem Unwetter (22. April). Wenn dann auch STEINBERG angewiesen wurde, die Unterhandlung über die Neutralität in Wien fallen zu lassen (28. April), die Vertreter Hannovers und Englands blieben in Wien; am Reichstage stellte Kurbraunschweig den Antrag: der Reichstag wolle den Kaiser

auffordern, »ob summum in mora periculum schleunigst bei der Krone Frankreich Vorstellungen gegen den Angriff auf Hannover zu thun«. Und eben in dem Moment, in dem die Rüstung der hannoverschen Armee endlich erfolgte, da die entscheidenden Tage herankamen, die England-Hannover auf die Seite Preussens zwingen sollten, hatte König Georg den Minister entlassen, der das Vertrauen der Nation und die Energie besass, das Staatsschiff durch den Sturm zu führen. Auf Pitt's Rücktritt am 5. April folgte wiederum ein Interregnum von vollen elf Wochen.

Mitten in so unablässigen, so dornenvollen und so unfruchtbaren Verhandlungen hatte der König für seinen Staat, für die Geldmittel, für die Armee, für die Magazine durch Ankäufe, die sich bis nach Holland ausdehnten, zu sorgen. Je trügerischer sich von Monat zu Monat, von Stunde zu Stunde die Hoffnung auf die Gegencoalition, auf loyale und ausgiebige Unterstützung Englands erwies, um so mehr sah er sich auf seine eigene Kraft angewiesen. Der Aufschwung, den Handel und Landbau Preussens seit dem Abschluss des Dresdener Friedens genommen, hatte Friedrich in den Stand gesetzt, einen ansehnlichen Schatz zu sammeln, dessen Bestand beim Einmarsch in Sachsen über 13 Millionen Thaler betrug. Neben den laufenden Einnahmen des Staates waren 6 bis 7 Millionen Thaler aus Sachsen zu ziehen, wenn er Sachsen zu behaupten vermochte. Seine Geldreserven verstärkte er durch ein Anlehen bei den ostpreussischen Ständen von 800000 Thalern, bei den märkischen Ständen von 3500000 Thalern und nahm in Aussicht, das Gehalt der Beamten des Civilstaates in Papiergeld, in Kassenscheinen zu zahlen. Die Feldarmee verstärkte er um 20000 Mann, unter Einschluss der neu gebildeten Freibataillone und der enrollirten sächsischen Soldaten, die als Etappentruppen verwendet werden sollten, um 30000 Mann. Die Garnisontruppen, zusammen 50000 Mann, sollten von zu bildenden Landregimentern unterstützt werden. Aus dem Hauptquartier Dresden kam der König in den ersten Tagen des Januar 1757 nach Berlin, sein Haus zu bestellen; erst nach langen sechs Jahren sollte er seine Residenz wiedersehen. Unvergesslich bleibt die Urkunde, die er am Tage seiner Abreise, dem 10. Januar, demselben an dem in Regensburg die Execution gegen ihn beschlossen wurde, niederschrieb, jene Ordre an den Grafen Finkenstein, dass wenn er falle, die Eidesleistung für seinen Bruder beschleunigt werden, die Regierung fortgehen müsse, ohne dass eine Veränderung bemerkbar werde, dass wenn er gefangen würde, seinem Bruder gehorcht und nicht die mindeste Rücksicht auf ihn genommen werden solle. »Mein Bruder, alle meine Minister und Generale werden mit ihrem Kopfe dafür einstehen, dass weder eine Provinz noch Löse-

geld geboten, der Krieg fortgesetzt und seine Vortheile verfolgt werden, als ob ich niemals auf der Welt gewesen.« Das Festungsdreieck Magdeburg-Küstrin-Stettin, die Citadelle des Staats, giebt in Küstrin dem Hofe und dem Schatze Schutz, »wenn wir in Sachsen geschlagen werden, oder die Franzosen gegen Magdeburg vordringen, in Magdeburg, wenn wir in der Lausitz geschlagen sind und die Russen durch die Neumark zur Oder gelangen. Die letzte Zuflucht ist Stettin.«

Über die viel umstrittene Genesis, die Tragweite und die Ziele des Feldzugsplanes des Jahres 1757 werden die Documente des 14. Bandes endgültigen Aufschluss geben. Denselben mit Winterfeldt, der zu Landshut die zur Deckung Niederschlesiens bestimmten Truppen und, mit Schwerin, der die Armee in Oberschlesien befehligte, festzustellen, begab sich der König an jenem Tage von Berlin nach Hainau. Winterfeldt's Gedanke war, dass der Feldzug mit einer Operation gegen Prag zu eröffnen sein werde. Der König meinte, die grosse Überlegenheit der feindlichen Streitkräfte nöthige zu strategischer Defensive. Er besorgte in beide Flanken genommen zu werden. Es war nicht auszuschliessen, dass Lehwaldt's Armee auf dem linken Flügel von 40000 Russen festgehalten werden könne, während 30000 Russen, durch österreichische Truppen aus Mähren verstärkt, zur Oder vordrängen: auf der anderen Seite würden die Franzosen — Friedrich schätzte diese damals noch nur auf das Hülfscorps des Versailler Vertrages, auf 24000 Mann — durch die Regimenter Österreichs in Belgien und die Reichstruppen verstärkt, zusammen 66000 Mann, aus dem Mainthal gegen die Saale in seine rechte Flanke vorgehen. Erst wenn dieses Vorgehen durch eine starke Entsendung seiner Armee aus Sachsen zurückgestossen sei, andererseits die Russen nicht herankämen oder zurückgeworfen seien, könne man zu strategischer Offensive übergehen. Da der Kriegsplan der Gegner noch nicht zu errathen war, kam es in Hainau nicht zu definitiven Beschlüssen. In der That waren Österreich und Frankreich noch sehr weit von Übereinkunft über diesen entfernt. Die Neutralität Hannovers war das Hinderniss dieser Verständigung. Kaunitz bestand, um jene zu erreichen, auf der Vereinigung der französischen Streitkräfte mit den Österreichern in Mähren, die Franzosen wollten ungetheilt in Niederdeutschland operiren. Kaunitz gab endlich nach; in den letzten Februartagen einigten sich Neipperg und Browne mit dem Marschall d'Estrées zu Wien dahin, dass die französische Armee selbständig vom Niederrhein aus vorgehen, Hannover, falls die Neutralität zu Stande komme, unberührt lassen, Österreich mit 150000 Mann von Böhmen aus agiren solle. Als der König Mitte Februar erfahren hatte, dass Frankreich mit einer grossen Armee gegen ihn auftreten werde, schreibt er Schwerin: »C'est

à nous d'agir et de forçer les conjonctures à nous devenir favorables« (18. Februar). Von dem Ergebniss der Wiener Conferenzen erhält er im ersten Drittheil des März ziemlich zutreffende Nachrichten: die französische Armee werde mit 80000 Mann den Rhein überschreiten, 50000 Mann sollten Wesel belagern, 30000, durch Österreicher und Reichstruppen verstärkt, auf Magdeburg vorgehen (thatsächlich war in Wien beschlossen, dass 35000 Franzosen Wesel belagern, 50000 auf Magdeburg marschiren sollten), die österreichische Hauptarmee werde in zwei grossen Massen rechts und links der Elbe auf Dresden und Zittau vordringen, gegen Schlesien nur demonstriren. Demgemäss werde er »um Stärke gegen Stärke zu bringen« die schlesische Armee vermindern, 100000 Mann in Sachsen zusammenhalten, da wenigstens 30000 gegen die französische Armee zu detachiren seien. Schwerin werde das Commando der einen der beiden Armeen in Sachsen übernehmen müssen. »Sind die Franzosen verjagt oder die Österreicher geschlagen, dann können wir die Offensive nehmen (an Schwerin und Winterfeldt, 10. und 16. März).

Schwerin's Abneigung, sein selbständiges Commando in Schlesien aufzugeben und Winterfeldt's genialer Blick haben diesen Gedanken des Königs entgegengewirkt und die Feststellung des Kriegsplanes in entgegengesetzter Richtung herbeigeführt. »Um des Feindes gefährlichsten Desseins zuvorzukommen«, so schreibt Winterfeldt dem Könige (19. März)«, sehe ich kein anderes Mittel — als das Spiel so bald als möglich anzufangen. Der Feind muss Haare lassen, ehe die Franzosen ihr Dessein ausführen und dem Magdeburgischen nahe kommen; die jetzigen Umstände Eurer Majestät sind alle Zeit einem Hasard unterworfen, als daraus nichts als die allerhardieste Partei zu ergreifen, retten kann. Wenn die Österreicher nur erstlich eine Schlappe bekommen, so wird sich das französische Feuer auch dämpfen und dependirt es dann alle Zeit von Eurer Majestät so viel als nöthig gegen die Franzosen zu schicken.« Zwei Tage darauf präcisirte Winterfeldt seinen Plan des Einfalls in Böhmen dahin, dass die schlesische und die lausitzische Armee in Böhmen zusammenstossen und auf Kollin marschiren müssten, während der König gleichzeitig auf Prag operire. Schwerin unterstützte die Gedanken Winterfeldts in selbständigen Ausführungen, die von dem Satze ausgehen: »es vertrage sich in keinem Falle mit der Ehre und dem Interesse des Königs vom Feinde das Gesetz anzunehmen (25. März).« Gleich der erste Blick auf Winterfeldts Schreiben vom 19. März überzeugte den König. Auf der Stelle erwidert er: »das Project ist admirabel, aber eine gründliche Prüfung erforderlich (21. März).« Dem Feldmarschall schreibt er: »Winterfeldt hat einen Plan voll guter Gedanken ge-

schickt. Ich mache ihm aber alle möglichen Schwierigkeiten, als ob ich dagegen eingenommen sei, damit er gezwungen ist, sie zu beheben. Nachdem dies erfolgt, werde ich meine endgültige Entscheidung treffen; ich bereite aber schon im Voraus Alles Erforderliche für die Ausführung meines Antheils an der Aufgabe vor (25. März).« Die Schwierigkeiten, die der König Winterfeldt nicht nur machte, sondern selbst sehr ernstlich in Betracht zog, lagen in dem grossen Regulator, dem mächtigen Hemmschuh der damaligen Kriegführung, der Verpflegung aus vorbereiteten Magazinen. Winterfeldt verwies auf die Magazine des Feindes. Vom Könige entsendet, traf der Generalmajor Goltz am 28. März in Frankenstein mit Winterfeldt und Schwerin zusammen, den Plan im Detail zu entwerfen. Das Ergebniss wurde in drei Denkschriften zusammengefasst, die mit dem Satze schliessen: die Operation in Böhmen muss am 15. April beginnen, bis Ende Mai vollbracht sein, dann ist noch ausreichend Zeit, gegen die Franzosen zu detachiren. Dass die Russen nicht vor dem Juni marschfertig sein würden, gestatteten inzwischen eingezogene Nachrichten mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen.

Die Entwürfe, welche Goltz dem Könige zurückbrachte, hiess er sofort gut (3. April), indem er sie praeciser und durchgreifender fasste. Gleichzeitiger Einbruch in Böhmen durch die vier Heerestheile, wie sie zur Vertheidigung der Grenzen in Sachsen und Schlesien stehen, vom westlichen und mittleren Sachsen, von der Lausitz und Schlesien aus, sodann deren Vereinigung zu zwei Hauptgruppen, endlich Vereinigung der beiden Hauptgruppen zur Entscheidungsschlacht. Was Friedrich nach langer und reiflicher Erwägung festgestellt, soll nun entschlossen, rasch zu durchgreifenden Erfolgen ausgeführt werden. Er ist erzürnt über Meldungen Schwerin's: erst am 18., danach: erst am 22. April werde er marschiren können. »Um Gottes Willen keine Aufschiebung; chaque moment perdu me met in periculo mortis. Marschirt und beschwert Euch nicht mit Kleinigkeiten, beeilt Euch und bekümmert Euch nicht um Nebensachen; zehn Mann mehr oder weniger entscheiden unsere Sache nicht, und wenn einige Regimenter fatiguirt werden, so kommt darauf nichts an. Ich wollte lieber alle sächsischen Regimenter verlieren, als Euern Marsch eine Stunde aufhalten.« Zur Vereinigung mit des Königs Armee sollte Schwerin mit Bevern vereinigt auf Leitmeritz oder Brandeis marschiren und hier die Elbe überschreiten. Dieser Vereinigung auszuweichen, seine Selbständigkeit nicht einzubüssen, versuchte Schwerin, den Grundgedanken der Disposition in Frage zu stellen: »zu weit dürfe er sich doch nicht von der schlesischen Grenze entfernen, insbesondere wenn der Feind en force bei Königgrätz stehen bleibe.« »Ein Streifzug,

den die Königgrätzer Armee nach Schlesien unternehmen könnte, macht mich nicht besorgt, sie würde bald wieder davon laufen,« so lautet des Königs Antwort. »Gleichviel ob Ihr den Feind schlagen könnt oder nicht — ich befehle Euch, in der Richtung auf Leitmeritz gegen die Elbe zu marschiren, darin besteht der Entscheidungsschlag, das ist die Stärke unseres Planes Der Todesstoss muss dem Feinde hinter der Eger gegeben werden. Das ist mein fester Wille, ich befehle Euch, Euch stricte nach demselben zu richten. Das Heil des Staates hängt von unserem Unternehmen ab, leitet Ihr es nicht nach meinem Willen, so wird Euer Kopf mir dafür haften (8. 11. 14. April 1757).

Mit dem Einbruch in Böhmen am 18. April von allen Seiten her (nur zehn Personen in den vier Armeen kannten die Disposition) überraschte und verwirrte der König die Österreicher vollständig — sie mussten, wie Winterfeldt richtig vorausgesagt, »in Bockssprüngen retiriren«. »Sie werden Wunder thun«, schreibt der König am 2. Mai Schwerin: »wenn Sie bei Brandeis, Kostelctz oder Lobkowitz die Elbe überschreiten. Dann wollen wir auf den Feind marschiren und gemeinsam die vereinigten Kräfte des Hauses Österreich angreifen. Wir können uns dann schmeicheln, sie mit Einem Schlage zu vernichten. Alsdann, mein theurer Freund, werden wir weiter sehen. Sie wenden sich links, ich rechts. Wir verstehen uns«; d. h. Sie werden die Trümmer der österreichischen Armee nach Mähren und weiter treiben — ich wende mich gegen die Franzosen. Folgenden Tages sagt er Mitchell: »die Schlacht von Pharsalus zwischen dem Hause Brandenburg und dem Hause Österreich steht bevor.« Sie wurde am dritten Tage darauf geschlagen und blutig gewonnen. Am Morgen des 7. Mai sah sich Herzog Karl von Lothringen mit dem Reste seiner Armee, mit 50000 Mann, in Prag eingeschlossen. Sein Widerstand hinter den Wällen der Stadt werde, wie er nach Wien meldet, am 21. Juni mit Erschöpfung der Lebensmittel und Aufzehrung der Pferde zu Ende gehen. Am 16. Juni schreibt Friedrich dem Könige von England: »Wenn ich die Armee in Prag gefangen nehme, wozu aller Anschein vorhanden ist, so entscheidet dieser Schlag den Krieg und setzt mich in den Stand meine Operationen gegen die Franzosen auf das Lebhafteste zu betreiben, wenn ich mich auch genöthigt sehen sollte, andererseits dem Marschall Lehwaldt einige Unterstützung zu senden.«

Es war dem Könige nicht beschieden in raschem Siegeslaufe das Feld gegen Europa zu behaupten. Am zweiten Tage nachdem er jene Worte geschrieben, entrissen ihm Benkendorf's sächsische Reiter den Sieg über die letzten Streitkräfte Maria Theresia's, den er bereits in der Hand hatte.

6. Von den auf Veranlassung der Akademie durch Hrn. Weierstrass herausgegebenen gesammelten Werken Jacobi's wird in nächster Zeit der vierte Band erscheinen.

Der Druck der entsprechenden Sammlung von Lejeune Dirichlet's Werken hat begonnen, nachdem durch ein höchst dankenswerthes Entgegenkommen von Hrn. Bertrand, Secretar der *Académie des Sciences*, Hrn. Kronecker die nöthigen Daten über Dirichlet's erste, der Pariser Akademie eingereichte Arbeit zugegangen sind.

Schliesslich folgte die gleichfalls statutarisch vorgeschriebene Berichterstattung der mit der Akademie verbundenen Stiftungen und wissenschaftlichen Institutionen.

7. Die vorberathende Commission der Bopp-Stiftung hat zur heutigen Sitzung folgenden Bericht eingereicht.

Für den 16. Mai, als den Jahrestag der Stiftung, ist im vorigen Jahre der zur Disposition stehende Jahresertrag von 1884 im Gesammtbetrage von 1350 Mark dem Dr. E. Hultzsch, Privatdocenten in Wien, zum Behufe einer Verlängerung seines Aufenthaltes in Indien, speciell zur Ausdehnung seiner dortigen Reisen auch nach Kaschmir, nach §. I, 1 des Statuts zuerkannt worden.

Der Gesammtertrag der Stiftung beläuft sich zur Zeit auf 1598.50 Mark.

Die vorberathende Commission der Bopp-Stiftung.

Weber. Schmidt. Dillmann. Zupitza. Steinthal.

8. Das Curatorium der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen sollte statutenmässig Bericht erstatten über die Wirksamkeit der Stiftung im verflossenen Jahre; es hat indess keine Wirksamkeit stattgefunden, da die Akademie beschloss, die für das Jahr 1885 verfügbaren Stiftungsmittel nicht zu verwenden, sondern zur Ausführung eines grösseren Unternehmens aufzubewahren.

Das Capital der Stiftung hat im Jahre 1885 keinen Zuwachs erhalten. Die für das laufende Jahr zu Stiftungszwecken verwendbare Summe beläuft sich ordnungsmässig abgerundet auf 15750 Mark.

9. Das verflossene Jahr ist für die Monumenta Germaniae historica kein sonderlich günstiges gewesen. Die Centraldirection verlor ihr Mitglied, den auf dem Gebiet der Rechtsgeschichte durch tüchtige Arbeiten bekannten Justizrath Euler in Frankfurt a. M., der schon der früheren Centraldirection als Nachfolger Böhmer's angehört hatte und so den Übergang in die jetzige Ordnung der Dinge vermitteln half. Längeres Kranksein des Prof. Boretius in Halle, des Dr. v. Heinemann hier, dann die durch Leitung der Österreichischen Station für urkundliche Geschichtsforschung in Rom bedingte Abwesenheit des Hofraths Prof. Ritter v. Sickel während des verflossenen Winters haben hemmend auf manche Arbeiten einwirken müssen.

Dafür sind diese aber in anderen Abtheilungen rüstig gefördert worden. Prof. Mommsen vollendete eine grössere Reise nach Italien, der Schweiz, Frankreich, England, um das handschriftliche Material für die von ihm in der Abtheilung Antiquitates bearbeiteten kleinen Chroniken aus der Periode des Übergangs vom Alterthum ins Mittelalter vollständig zu benutzen. Dr. Holder-Egger war für die Scriptores, zunächst die Italienischen Geschichtsschreiber der Staufischen Periode ein zweites Mal längere Zeit in Italien, wo er die Bibliotheken zu Rom, Florenz, Lucca, Asti, Turin und Mailand ausbeutete. Ich selbst benutzte einen Aufenthalt in Kopenhagen zu Arbeiten auf der königlichen und Universitäts-Bibliothek. Einzelne Collationen oder Nachweisungen sind mit stets bereiter Gefälligkeit von zahlreichen Gelehrten des In- und Auslandes, von Rom bis Stockholm, geliefert worden, während gleichzeitig die Bibliotheken und Archive unsere Arbeiten durch Zusendung von Handschriften unterstützt haben. Ich nenne mit besonderem Danke Wien, Prag, Stift Vorau, München, Augsburg, Trier, Erfurt, Gotha, Wolfenbüttel, Hamburg, Kiel, Kopenhagen, Upsala, Sangallen, Brüssel, Paris und Rouen, die letzten durch geneigte Vermittelung des Auswärtigen Amtes.

Da eine vollständige Übersicht über den ganzen Umfang der Arbeiten sich nicht wohl vor der jährlichen Plenarversammlung der Centraldirection geben lässt, beschränke ich mich hier auch diesmal auf das was im Laufe des Jahres zum Abschluss gebracht worden ist oder unmittelbar vor dem Abschluss steht. Ist die Zahl der Bände da etwas kleiner als in einzelnen früheren Jahren, so mag wenigstens bemerkt werden, dass ausserdem sich zehn andere im Druck befinden, von denen mehrere ihrer Vollendung entgegengehen.

In der Abtheilung Auctores antiquissimi erschien die Ausgabe der besonders für die Gothische Geschichte so wichtigen Werke des Ennodius, Bischofs von Turin (VII), die Vogel auf Grund um-

fassender handschriftlicher Arbeiten ausgeführt, mit einer ausführlichen Einleitung über das Leben des Autors, sowie mit einer Reihe verschiedener Indices versehen hat. Dazu kommt die zweite Hälfte des Fortunat (IV, 2), welche die prosaischen Schriften des Autors und auch die fälschlich ihm beigelegten enthält, dazu die Register zu dem ganzen Bande, beides bearbeitet von Dr. Krusch.

Derselbe vollendete für die Scriptores die zweite Abtheilung der Werke Gregors von Tours (Scriptorum rerum Merovingicarum tomi I pars 2), in der er zuerst eine wirklich kritische Ausgabe der für Kirchen- und Culturgeschichte des Fränkischen Reichs so wichtigen Bücher der Miracula und einiger kleineren Schriften des Bischofs von Tours lieferte. Eine Bearbeitung des Vita Andreae steuerte Dr. Bonnet in Montpellier bei. Die umfangreichen Register stellen auch alles das zusammen was in grammatischer und orthographischer Beziehung über die Sprache Gregors zu ermitteln war. — Bei anderen Bänden der Scriptores waren fortwährend Dr. Holder-Egger, Dr. Liebermann, Dr. Schröder und, soweit es seine Gesundheit erlaubte, Dr. v. Heinemann thätig. Es sind Autoren des 9. bis 13. Jahrhunderts, die hier ihre Bearbeitung fanden. Einen einzelnen Autor übernahm Dr. Löwenfeld, der während seines früheren Aufenthalts in Frankreich die älteste, bis dahin nicht benutzte Handschrift der Gesta Fontanellensia in Havre verglichen hatte und nun auf Grund davon eine Ausgabe in Octav besorgte, wie sie dieses für die Karolingische Zeit und die Kritik anderer Quellen dieser Periode wichtige Werk wohl verdiente.

In der Abtheilung Leges gelangt die von Dr. Zeumer besorgte neue Ausgabe der Formelsammlungen zum Abschluss. Ein günstiges Geschick lieferte vor der Vollendung noch manche Nachträge ungedruckter oder so gut wie übersehener Stücke. Zahlreiche inedita konnten dann der Sammlung der Formeln von Gottesurtheilen eingefügt werden, die hier ungleich viel reicher als irgendwo früher gegeben ist. Ein sorgfältiges Sach- und Sprachregister ist auch hier beigefügt.

In den Abtheilungen der Diplomata, Epistolae, Antiquitates unter Leitung von Sickel in Wien, Wattenbach hier und Dümmler in Halle wurden die Arbeiten von den ständigen Mitarbeitern, Dr. Fanta und Dr. Uhlirz in Wien, Dr. Rodenberg und Dr. Gundlach in Berlin, oder denen die einzelne Editiones übernommen haben, Archivrath Baumann in Donaueschingen, Dr. Herzberg-Fränkel in Wien, Dr. Traube in München fortgesetzt. Von dem neuen Archiv unter Prof. Wattenbach's Redaction erschien der 11. Band, der in gewohnter Weise Reiseberichte, kritische Untersuchungen, handschriftliche Mittheilungen

und anderes der Art, theils von den regelmässigen Mitarbeitern, theils von Gelehrten, die auf verwandten Gebieten thätig sind, enthält.

10. Hr. Conze erstattete den Jahresbericht über das Kaiserlich deutsche archaeologische Institut; derselbe wird später gedruckt erscheinen.

Ausgegeben am 1. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

1. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. E. du Bois-Reymond legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. G. Fritsch vor: Über die äussere Haut und die Seitenorgane des Zitterwelses.

Die Mittheilung wird in einem der nächsten Stücke erscheinen.

2. Hr. Schulze legte Fortsetzung und Schluss seiner in der Gesammtsitzung am 18. März begonnenen Mittheilung über den Bau und das System der Hexactinelliden vor.

Die Mittheilung wird demnächst in den Abhandlungen der Akademie gedruckt werden.

3. Es war ein Schreiben des correspondirenden Mitgliedes der Classe, Hrn. H. Burmeister in Buenos Aires, Berichtigungen zu seiner Mittheilung über Coelodon clavipes enthaltend, eingegangen.

4. Hr. Kronecker legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Paul du Bois-Reymond am hiesigen Polytechnicum vor: Über die Integration der Reihen.

Die Mittheilungen 3. und 4. folgen umstehend.

Weitere Bemerkungen über Coelodon.

Von H. Burmeister.

Buenos Aires, den 16. Febr. 1886.

In meiner »Berichtigung zu *Coelodon*«, welche in den Sitzungsberichten des vorigen Jahres, St. XXVIII, S. 567 ff. erschienen ist, habe ich S. 572 angegeben, dass der Seitenast des *Canalis alveolaris* im Unterkiefer der Gattung *Bradypus*, welcher sehr deutlich und ziemlich weit der Gattung *Choloepus* zusteht, der vorher genannten Gattung aber fehle, mich auf einen Schädel der hiesigen Sammlung stützend, dem der genannte Seitenast, mit freier Mündung nach aussen unter dem Kronenfortsatz, in der That fehlt. Dieselbe Angabe findet sich auch in meiner früheren Mittheilung über *Nothropus priscus* (Sitzungsberichte für 1882, St. XXVIII, S. 616).

Ich muss dieselbe, als nicht allgemein gültig, auf einzelne Fälle beschränken; neues Untersuchungs-Material hat mich überzeugt, dass derselbe Seitenast des genannten Kanals auch bei den *Bradypus*-Arten sich findet, aber, weil er bei ihnen etwas enger ist, mitunter sich ganz schliesst: da dann auch die äussere Öffnung desselben völlig fehlt. Von den vier mir jetzt vorliegenden Schädeln des *Bradypus tridactylus*, haben ihn zwei Schädel junger, halbwüchsiger Thiere ziemlich deutlich, ein dritter Schädel eines ganz alten Individuums zeigt ihn ebenfalls, wenn auch so eng, dass die äussere Öffnung nur als Punkt sichtbar ist, und nur der vierte, von mir zuerst untersuchte Schädel eines ebenso alten Thieres hat ihn nicht, also auch nicht den Ausgang auf der äusseren Fläche des Unterkiefers.

Um mich über diesen Punkt genauer zu unterrichten, habe ich mich in der vorhandenen Litteratur über die Faulthiere weiter umgesehen und finde in Blainville's Ostéographie, genre *Bradypus* pl. III, wo mehrere Schädel verschiedener Arten abgebildet sind, dass der Ausgang des Seitenastes an der Aussenfläche des Unterkiefers bei allen angegeben ist; auch Rapp hat ihn gesehen und seine Mündung nach aussen, Taf. III, Fig. 1, bei *Bradypus cucullliger* verzeichnet. Er nimmt sogar, S. 36 seiner Schrift über die Edentaten (Tübingen 1852. 4°) an, dass der ganze Kanal an dieser Mündung auf der Mitte des Unter-

kiefers ende und nur eine sehr enge Fortsetzung eine Strecke weiter nach vorn sich begebe (S. 36); ich finde dagegen den Kanal durch den ganzen horizontalen Theil des Unterkiefers sich bis zum Kinnrande hinziehen und dort, unter den Vorderzähnen mit zwei oder noch mehr Kinnlöchern (*Foramina mentalia*) sich öffnen. Letztere hat auch der Schädel von *Bradypus tridactylus*, dem der Seitenast mit der Mündung nach aussen fehlt.

So sehe ich mich denn genöthigt, meine Angabe als nur für einzelne Fälle gültig zu bezeichnen, und als Regel den besprochenen Seitenast des Kanals auch für die Gattung *Bradypus* zuzugeben; er findet sich bei beiden Gattungen der lebenden Faulthiere, wie bei allen der fossilen Gravigraden, er ist aber bei der Gattung *Choloepus* weiter und seine Mündung nach aussen grösser als bei der Gattung *Bradypus*, wo er mitunter völlig fehlt.

Über die Integration der Reihen.

Von P. du Bois-Reymond.

I.

Vorbemerkung.

Wichtige Punkte der Lehre von den Reihen, deren Glied von einer Veränderlichen abhängt, gewinnen an Deutlichkeit, wenn man eine solche Reihe auffasst als Function zweier Variabeln, die man am zweckmässigsten beide in's Endliche verlegt. Man setze:

$$U_n(x) = \sum_{p=1}^{p=n} u_p(x) = \phi(x, \varepsilon),$$

wo $\varepsilon = n^{-1}$ zwar sprungweise sich ändert, aber auch als continuirliche Variabele gedacht werden kann, indem man zwischen U_n und U_{n+1} z. B. $\phi(x, \varepsilon) = U_n + (\varepsilon^{-1} - n)(U_{n+1} - U_n)$ einschaltet. Hierin ist n als die grösste in ε^{-1} enthaltene ganze Zahl aufzufassen. Übrigens ist die so definirte Function $\phi(x, \varepsilon)$ eine stetige Function von x und $\varepsilon > 0$, wenn $U_n(x)$ eine stetige Function von x ist. Eine solche Function $\phi(x, \varepsilon)$ lässt sich leicht durch Darstellungsformeln ausdrücken, z. B. durch das Laplace'sche Integral.

Nun sei $\phi(x, \varepsilon)$ auch für $\varepsilon = 0$ eine stetige Function sowohl von x — und zwar für jeden Punkt x des Intervalls $a \leqq x \leqq b$ — als auch von ε, wobei aber natürlich nur das Gebiet $\varepsilon \geqq 0$ gemeint ist. Alsdann giebt es, Heine's durch Hrn. Lüroth vervollständigtem Princip gemäss, für eine beliebig klein gegebene Grösse Δ, stets eine hinreichend kleine Grösse $\rho^2 > (x_1 - x)^2 + \varepsilon^2$, der Art, dass $|\phi(x, 0) - \phi(x_1, \varepsilon)| < \Delta$ sei für das ganze Intervall $a \ldots b$. Da hieraus die Stetigkeit von $\phi(x, \varepsilon)$ für jeden Punkt der Linie $\varepsilon = 0$ zurückfolgt, so ist diese Stetigkeit offenbar eine geringere Forderung, als wenn von vornherein Heine's gleichmässige Stetigkeit verlangt wurde. Somit ist auch die Forderung, dass der Rest $R_n(x_1) = \sum_n^{\infty} u_n(x_1)$ für jeden Punkt x des Intervalls $a \ldots b$ mit n^{-1} und $x_1 - x$ bedingungslos verschwinde, eine geringere Forderung, als die sogenannte »gleichmässige Convergenz«, welche verlangt, dass er bei zunehmendem n für das ganze Intervall von x zugleich

unter eine gegebene Schranke sinke, während im Ergebniss beide Forderungen dasselbe leisten, eine Bemerkung, die neu sein möchte und nützlich ist. Wir erachten es übrigens als folgerichtiger, diese Art der Convergenz stetige Convergenz zu nennen, weil, entsprechend den Stetigkeitsgraden der Function $\phi(x.\varepsilon)$ für feste x, auch die Reihe im Intervall ihrer stetigen Convergenz sehr verschiedene Grade der Convergenz besitzen kann, worauf ich an einem anderen Orte zurückzukommen gedenke. Ausserdem schliessen sich noch folgende Begriffsfestsetzungen an diese Bemerkungen an.

Lassen wir über die Reihe $\phi(x,\varepsilon)$ jede Voraussetzung fallen, so möge heissen: 1. Stetigkeitspunkt der Convergenz ein solcher Punkt x und $\varepsilon = 0$, in welchem die Function $\phi(x.\varepsilon)$ stetig ist, der Rest $R_n(x_1)$ also bedingungslos mit n^{-1} und $x_1 - x$ verschwindet: 2. Unstetigkeitspunkt der Convergenz ein solcher Punkt x, in welchem ein gleichzeitiges Verschwinden von n^{-1} und $x_1 - x$ möglich ist, für welches der Rest nicht verschwindet, während die Reihe im Punkt x selbst convergirt; 3. Divergenzpunkt, ein Punkt, in dem die Reihe divergirt.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass auch bezüglich der Gleichsetzung

$$\lim \int_{y_0}^{y} \psi(x.y)dy = \phi(x.\varepsilon)\,, \quad \varepsilon = \frac{1}{y}$$

sowohl die vorstehenden als die nachfolgenden Betrachtungen unbeschränkte Gültigkeit besitzen.

II.

Genauere Formulirung des Problems über die Integration der Reihen.

Das Problem über die gliedweise Integration der Reihen, ist, seitdem Hr. Weierstrass darauf hinwies, nach der allgemeinen Seite hin nicht zu befriedigendem Abschluss gebracht worden, da seine Lösung in Bezug auf die trigonometrischen Reihen[1] keine Ausdehnung auf den allgemeinen Fall zu gestatten scheint. Wir formuliren es so:

[1] Siehe Hrn. Kronecker: Über eine bei Anwendung der partiellen Integration nützliche Formel, diese Sitzungsberichte, XXXVIII, S. 844, und meinen Aufsatz: Über die Integration der trigonometrischen Reihen, Math. Ann. XXII, S. 260. Ich habe den Versuch gemacht, die Ergebnisse dieser Arbeiten auf den allgemeinen Fall auszudehnen, indem ich jedes Glied der allgemeinen Reihe in eine trigonometrische Reihe entwickelte, und die so entstehenden Doppelreihen studirte, indessen trat dabei nichts von Bedeutung zu Tage.

Es sei

$$Q_1(x) = \int_{x_0}^{x}\left(\sum_{p=1}^{p=\infty} u_p(x)\right)dx - \sum_{p=1}^{p=\infty}\int_{x_0}^{x} u_p(x)\,dx\,, \;\ldots\ldots\ldots\; 1.$$

oder

$$Q(x) = \int_{x_0}^{x}\lim_{\varepsilon=0}\phi(x,\varepsilon)\,dx - \lim_{\varepsilon=0}\int_{x_0}^{x}\phi(x,\varepsilon)\,dx \;\ldots\ldots\ldots\; 2.$$

Unter welchen Umständen sind alsdann die Functionen Q gleich Null, d. i existiren sie nicht, und unter welchen Umständen existiren sie in von Null verschiedener Weise, gleichviel ob bestimmt oder unbestimmt oder unendlich.

Man kann sie kürzer schreiben unter der Voraussetzung, dass die zweiten Terme rechter Hand in 1. und 2. endlich und bestimmt sind Dann ist:

$$Q_1(x) = \lim_{m=\infty}\int_{x_0}^{x}\left(\sum_{m}^{\infty} u_p(x)\right)dx\,, \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; 3.$$

$$Q(x) = \lim_{\varepsilon=0}\int_{x_0}^{x} dx\left(\phi(x,0) - \phi(x,\varepsilon)\right), \;\ldots\ldots\ldots\; 4.$$

und es gilt hier die Bemerkung, dass m und ε^{-1} nicht alle ganzen Zahlen durchlaufen bez. continuirlich zu wachsen brauchen, sondern in beliebigen Sprüngen unendlich werden können, ohne andere Grenzen Q und Q_1 zu ergeben. Von der aus

$$Q_2(x) = \int_{x_0}^{x} dx\int_{y_0}^{\infty} dy\,\psi(x,y) - \int_{y_0}^{\infty} dy\int_{x_0}^{x} dx\,\psi(x,y) \;\ldots\ldots\; 5.$$

folgenden Darstellung:

$$Q_2(x) = \lim_{\eta=\infty}\int_{x_0}^{x} dx\int_{\eta}^{\infty} dy\,\psi(x,y) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; 6.$$

gilt Gleiches.

In Bezug auf 4. schliessen wir aus dieser Bemerkung, dass wir auch die Function $\phi(x,\varepsilon)$ gegeben annehmen dürfen, und von ihr aus die Reihe bilden können, indem wir setzen:

$$u_1 = \phi(x,1)\,,\; u_p = \phi\left(x, \frac{1}{p}\right) - \phi\left(x, \frac{1}{p-1}\right),$$

$$\phi\left(x, \frac{1}{n}\right) = \sum_{1}^{n} u_p(x)\,,\; \phi(x,0) - \phi\left(x, \frac{1}{n}\right) = -\sum_{n+1}^{\infty} u_p(x)$$

Wir vereinfachen den Ausdruck des allgemeinen Problems, ohne es erheblich einzuschränken, indem wir in dem Intervall $a \ldots b$, dem x_0 und x angehören mögen, $\sum_{1}^{\infty} u_p(x)$ und $\lim \phi(x,\varepsilon)$ endlich an-

nehmen. Dann können wir diese Grössen aber auch, unbeschadet der beibehaltenen Allgemeinheit, Null setzen, und wir haben:

$$-Q_1(x) = \sum_1^\infty \int_{x_0}^{x} u_p(x)\,dx.$$

$$-Q(x) = \lim_{\varepsilon=0} \int_{x_0}^{x} \phi(x.\varepsilon)\,dx.$$

Da wir jede dieser Formeln sogleich in die andere umschreiben können, so wollen wir uns auf Betrachtung der letzteren, als der übersichtlicheren, beschränken.

III.

Reduction des Problems auf seinen eigentlichen Kern.

Indem es sich also jetzt handelt um das Vorhandensein der Function

$$-Q(x) = \lim_{\varepsilon-0} \int_{x_0}^{x} \phi(x.\varepsilon)\,dx.$$

wenn $\lim_{\varepsilon=0} \phi(x, \varepsilon) = 0$ im Intervall $a < x < b$, dem auch x_0 angehören mag, haben wir zunächst die Fälle zu unterscheiden, wo $\phi(x, \varepsilon)$ bei Verkleinerung von ε durchweg unter einer endlichen Schranke bleibt, und wo dies nicht stattfindet. Im letzteren Fall kann $Q(x)$ existiren, wie an dem schon veröffentlichten[1] Beispiel:

$$\phi(x, \varepsilon) = \frac{3x^2\varepsilon^3}{x^6+\varepsilon^6}$$

zu ersehen. Bildet man hier das Integral $\int_{-1}^{x} \phi(x, \varepsilon)dx$, so ist sein Limes ($\varepsilon = 0$): Null, $\frac{\pi}{2}$, π je nachdem $x \lesseqgtr 0$. Die Function $\phi(x, \varepsilon)$ ist für $x = 0$, $\varepsilon = 0$ unstetig, und $x = 0$ ist auch ein Unstetigkeitspunkt der Convergenz der aus ihr nach der Vorschrift 7. gebildeten Reihe. Doch bedingt solche Unstetigkeit in einem Punkt keineswegs immer die Existenz der Function $Q(x)$, wie eine geringe Veränderung des vorstehenden Beispiels:

$$\phi(x, \varepsilon) = \frac{3x^2\varepsilon^{\frac{7}{2}}}{x^6+\varepsilon^6}$$

lehrt. Es giebt, worauf ich hier nicht weiter eingehe, Regeln, um an

[1] Fortschr. d. Math. VII, S. 157.

der Function $\phi(x, \varepsilon)$ selbst zu erkennen, ob ein Unstetigkeitspunkt solche Wirkung hat oder nicht.

Bleibt also für die Frage nach der Existenz der Function $Q(x)$ noch der Fall zu untersuchen übrig, wo die Function $\phi(x, \varepsilon)$ durchweg unter einer endlichen Schranke sich befindet. Dies wird z. B. eintreten, wenn sie für das ganze Intervall von x und für $\varepsilon = 0$ stetig ist, bez. die Reihe stetiger Convergenz sich erfreut. Dann sind die Functionen $Q(x)$ natürlich Null.

Eine für das Nullsein von $Q(x)$ weniger verlangende Bedingung hat Hr. Kronecker aufgestellt.[1] Es muss die Grösse ε so klein angenommen werden können, »dass die Gesammtgrösse der Intervalle, in denen $\phi(x, \varepsilon)$ über einer gegebenen kleinen Grösse δ liegt, kleiner als eine zweite beliebig gewählte Grösse δ' wird«.

Aber diese ausreichende Bedingung ist offenbar auch nothwendig, mithin ist sie mit der Forderung $Q(x) = 0$ vollständig aequivalent.

Ich gelange ausserdem zu einer für ihre Anwendung noch weniger fordernden, doch keineswegs nothwendigen Bedingung:

Die Functionen Q existiren auch nicht, wenn die Function $\phi(x, \varepsilon)$ unter einer endlichen Schranke bleibt und für $\varepsilon = 0$ in einem System von in jedem kleinsten Intervall von x vorkommenden Punkten stetig ist, bez. wenn die Reihe in jedem kleinsten Intervall Stetigkeitspunkte der Convergenz besitzt.

Denn in diesem Fall kann sie die weiter unten aufzustellende nothwendige Vorbedingung für die Existenz der Functionen Q nicht erfüllen.

Dieser Satz ist nach zwei Richtungen hin von Nutzen. Einmal enthält er die geringste bis jetzt bekannte Forderung, die man an die Reihe zu stellen hat, um sie, wie man es nennt, gliedweise integriren zu dürfen, und, weil er eine nothwendige Folge der im Art. I eingeführten Begriffe ist, rechtfertigt er deren Aufstellung. Zweitens aber führt er zur Erkenntniss der eigentlichen Kernfrage in dieser Materie, mit deren Beantwortung sie als der Hauptsache nach aufgeklärt erscheinen würde.

Der Satz legt nämlich zunächst die Frage nahe, ob denn Functionen $\phi(x, \varepsilon)$ existiren, die zwar für jeden besonderen Werth x mit ε verschwinden, aber in jedem kleinsten Intervall von x zugleich stetig und unstetig sein können, da doch, wenn nicht in jedes kleinste Intervall Unstetigkeitspunkte fielen, die weiter gehende Forderung erfüllt wäre, dass die Stetigkeitspunkte endliche Intervalle ausfüllten. Eine derartige

[1] Diese Sitzungsberichte, 1878, S. 54.

Function $\phi(x, \varepsilon)$ erhält man nun in der That, und zwar wie folgt: Es sei:

$$\phi(x, \varepsilon) = \sum_1^\infty \mu_p \frac{\varepsilon X_p}{\varepsilon^2 + X_p^2},$$

wo μ_p das Glied einer convergenten numerischen Reihe, etwa 2^{-p}, und $X_p = (\sin p\pi x)^2$ eine positive periodische Grösse vorstelle. Von der Grösse $\frac{\varepsilon X_p}{\varepsilon^2 + X_p^2}$ ist zu bemerken, dass sie nicht grösser als $\frac{1}{2}$ werden kann. Diese Function hat folgende Eigenschaften. Erstens verschwindet sie für jeden Werth von x mit ε. Denn theilt man die Reihe in $\sum_1^m + \sum_{m+1}^\infty$, so verschwindet der erste Theil mit ε, und der zweite kann, da $\frac{\varepsilon X_p}{\varepsilon^2 + X_p^2}$ nicht grösser als $\frac{1}{2}$ sein kann, beliebig klein gemacht werden durch Vergrösserung von m.

Weiter setze man $x_1 = \frac{r}{s} + \frac{\rho}{s}$, wo $\frac{r}{s}$ ein reducirter rationaler Bruch. Dann zerfällt $\phi(x, \varepsilon)$ in den Theil

$$\phi_1(x_1, \varepsilon) = \Sigma_{p_1} \mu_{p_1} \frac{\varepsilon X_{p_1}}{\varepsilon^2 + X_{p_1}}$$

in welchem p_1 die durch s nicht theilbaren ganzen Zahlen bedeutet, und in den Theil:

$$\phi_2(x_1, \varepsilon) = \sum_{p=1}^{p=\infty} \mu_{ps} \frac{\varepsilon \sin^2 p\pi\rho}{\varepsilon^2 + \sin^4 p\pi\rho}.$$

Die Grössen $X_{p_1} = \sin^2 p_1\pi\left(\frac{r}{s} + \frac{\rho}{s}\right)$ in $\phi_1(x, \varepsilon)$ werden mit ρ nicht Null, da p_1 durch s nicht theilbar ist. Wenn man also ε und ρ zugleich Null werden lässt, so verschwindet $\phi_1(x, \varepsilon)$ gewiss, aber $\phi_2(x, \varepsilon)$ braucht nicht zu verschwinden. Denn wenn man z. B. setzt $\sin^2\pi\rho = \varepsilon$, so wird

$$\phi_2(x_1, \varepsilon) = \frac{\mu_s}{2} + \text{Positivem},$$

welches Positive $\frac{1}{2}(\mu_{2s} + \mu_{3s} + \ldots)$ nicht erreichen kann.

Setzt man $\sin^2\pi\rho = \varepsilon \cdot \gamma$ und bildet den Limes ($\varepsilon = 0$) von $\phi_2(x_1, \varepsilon)$, so wächst dieser erst, während γ von 0 bis ∞ geht, von Null bis zu einem zwischen $\frac{\mu_s}{2}$ und $\frac{1}{2}(\mu_s + \mu_{2s} + \ldots)$ gelegenen Maximum und nimmt darauf wieder bis zu Null ab. Wenn γ mit ε verschwindet oder unendlich wird, ist $\lim \phi_2(x_1, \varepsilon)$ stets $= 0$. Im Ganzen folgt also:

Die Function $\phi(x, \varepsilon) = \sum_1^\infty \mu_p \frac{\varepsilon X_p}{\varepsilon^2 + X_p^2}$, $X_p = \sin^2 p\pi x$ verschwindet für jeden besonderen Werth x mit ε. Wenn aber x rational ist, so kann $\phi(x, \varepsilon)$ bei gegen Null abnehmenden $x_1 - x$ und ε einer Folge von Null verschiedener Werthe sich nähern, die unter um so kleineren Schranken liegen, je grösser der reducirte Nenner der Zahl x. Für irrationale Werthe von x und $\varepsilon = 0$ ist $\phi(x, \varepsilon)$ stetig, weil man um jeden irrationalen Werth x ein Intervall abgrenzen kann, in welchem die Nenner der Rationalzahlen beliebig gross sind. Diese Function giebt also:

$$\lim \int_{a_0}^{a} dx \sum_1^\infty \mu_p \frac{\varepsilon X_p}{\varepsilon^2 + X_p^2} - Q(x) = 0,$$

wie man übrigens auch aus der Bedingung des Hrn. Kronecker, jedoch auf Grund anderweitiger Betrachtungen hätte schliessen können.

Soll $Q(x)$ nicht verschwinden, so müssen im Intervall der Integration Strecken vorhanden sein, in deren beliebig kleinen Abschnitten die Function $\phi(x, \varepsilon)$ bei Verkleinerung von ε über eine der ganzen Strecke gemeinsame Schranke sich erhebt, woraus indessen, wie geometrische Betrachtungen lehren, keineswegs umgekehrt folgt, dass alsdann $Q(x)$ stets existirt. Giebt es im Intervall der Integration keine derartige Strecke, kann man vielmehr in jeder Strecke des Intervalls einen Abschnitt finden, in welchem $\phi(x, \varepsilon)$ sich nicht über eine der ganzen Strecke gemeinsame Schranke erhebt, so kann man durch ähnliche Schlüsse, wie sie das Vorhandensein der Stetigkeitspunkte in jedem kleinsten Intervall einer integrirbaren Function beweisen, sich vom Vorhandensein von Stetigkeitspunkten der Function $\phi(x, \varepsilon)$ in jedem kleinsten Intervall von x und für $\varepsilon = 0$ überzeugen. Da es nur auf das Verhalten der Function in solchen Strecken ankommt, in welchen sie sich in jedem Abschnitt über eine feste Schranke erhebt, so wollen wir es als in dem ganzen Integrationsintervall von x stattfindend annehmen. Dann folgt durch eine leichte Überlegung, dass für jeden Punkt x des Intervalls die Function $\phi(x_1, \varepsilon)$ bei geeigneter Abnahme von $x_1 - x$ und ε über jene Schranke gelangen kann.

Dieses Verhalten der Function $\phi(x, \varepsilon)$ ist also die unumgängliche Vorbedingung für die Existenz der Grösse $Q(x)$, wenn $\phi(x, \varepsilon)$ endliche Schranken nicht überschreiten darf. Sie reicht allerdings nicht aus, wie dies bei Function einer Variabeln der Fall ist, damit ihr Integral existire (wo sie aber nicht nothwendig ist), denn nun muss eben noch das Integral an der Grenze $\varepsilon = 0$ wirklich von Null verschieden bleiben. Vor allen Dingen aber spitzt sich das Problem doch nach der Möglichkeit

von Functionen $\phi(x, \varepsilon)$ zu, welche die Vorbedingung erfüllen, welche also für jedes feste x mit ε verschwinden, und, wenn x bei verschwindendem ε irgend einem festen Werthe sich nähert, Werthe annehmen können, die für ein ganzes Intervall von x oberhalb einer bestimmten Schranke liegen. Es ist mir schliesslich gelungen, diese Möglichkeit durch eine analytische Construction zu beweisen. Sie leistet im Grunde mehr, als verlangt wird. Die von mir construirte Function $\phi(x, \varepsilon)$ kann bei Annäherung an irgend einen Punkt der $\varepsilon = 0$ Linie jede positive Grösse überschreiten. Um daraus eine unter einer endlichen Schranke verharrende Function zu erhalten, braucht man sie nur mit einem von ε abhängenden discontinuirlichen Factor zu multipliciren. Zur Integration ist diese Function nicht geeignet. Indessen verlegt sie derartig die Wege, auf denen man die Nichtexistenz der Function $Q(x)$ zu beweisen erhoffen könnte, dass man in ihrer Aufstellung einen entschiedenen Fortschritt in dieser schwierigen Materie erkennen wird.

IV.

Nachweis der Existenz von Functionen, welche die Vorbedingung erfüllen.

Es sei

$$\phi(x, \varepsilon) = \frac{\psi(x, \varepsilon) - \psi^*(x, \varepsilon)}{\sqrt{\chi(x, \varepsilon)}},$$

wo

$$\psi(x, \varepsilon) = \sum_1^\infty \mu_p \frac{1}{1 + \left(\frac{X_p}{\varepsilon}\right)^2},$$

$$\psi^*(x, \varepsilon) = \sum_1^\infty \mu_p \frac{1}{\left(1 + \frac{X_p}{\varepsilon^2}\right)^p},$$

$$\chi(x, \varepsilon) = \sum_1^\infty \mu_p \frac{X_p}{\varepsilon} \frac{1}{1 + \left(\frac{X_p}{\varepsilon}\right)^2},$$

$$X_p = \sin^2 p\pi x,$$

und μ_p das später näher zu bestimmende Glied einer convergenten Zahlenreihe, welcher Bestimmung z. B. 2^{-p} genügt. Alsdann ist $\lim_{\varepsilon=0} \phi(x, \varepsilon) = 0$ für jeden Werth x, wenn aber x rational ist, und man nimmt z. B. $x_1 - x = \gamma\varepsilon$ an, wo $\lim \gamma$

von Null und unendlich verschieden, so ist $\lim \phi(x_1, \varepsilon)$ unendlich gross. Woraus dann, wie oben bemerkt, gefolgert werden darf, dass für jedes x die Grösse $\phi(x_1, \varepsilon)$ bei geeigneter Abnahme von $x_1 - x$ und ε über jede Schranke sich erheben kann.

Beweis. Wir betrachten zuerst die Function:

$$\psi(x, \varepsilon) = \sum_1^\infty \mu_p \frac{1}{1 + \left(\frac{X_p}{\varepsilon}\right)^2}, \; X_p = \sin^2 p\pi x$$

Es ist $\lim\limits_{\varepsilon - 0} \psi(x, \varepsilon) = 0$, wenn X_p von Null verschieden ist, was man, wie in dem Beispiel des Art. III, beweist, indem man die Reihe in $\sum\limits_1^m + \sum\limits_{m+1}^\infty$ zerlegt. Setzen wir weiter $x = \frac{r}{s} + \frac{\rho}{s}$, wo $\frac{r}{s}$ ein reducirter rationaler Bruch, und ρ vor der Hand beliebig, und verstehen unter p_1 die durch s nicht theilbaren ganzen Zahlen, so wird

$$\psi(x, \varepsilon) = \sum_1^\infty \mu_{p_1} \frac{1}{1 + \left(\frac{X_{p_1}}{\varepsilon}\right)^2} + \sum_1^\infty \mu_{ps} \frac{1}{1 + \left(\frac{\sin^2 p\pi\rho}{\varepsilon}\right)^2}.$$

Wenn x, mithin ρ irrational ist, verschwinden beide Theile mit ε. Wenn aber $\rho = 0$ ist, so hat man:

$$\lim_{\varepsilon = 0} \psi\left(\frac{r}{s}, \varepsilon\right) = \mu_s + \mu_{2s} + \dots$$

Denkt man sich sodann unter ρ eine mit ε verschwindende Function von ε, und setzt $\sin^2 \pi\rho = \gamma \cdot \varepsilon$, so wird, wenn γ mit ε unendlich wird, $\lim \psi(x, \varepsilon)$ verschwinden. Wenn aber γ nicht unendlich wird, so ist

$$\lim_{\varepsilon = 0} \psi(x, \varepsilon) = \sum_1^\infty \mu_{ps} \frac{1}{1 + \lim\left(\frac{\sin^2 p\pi\rho}{\varepsilon}\right)^2}$$

von Null verschieden, und giebt für $\lim \gamma = 0 : \mu_s + \mu_{2s} + \dots$

Betrachten wir weiter die Function

$$\psi^*(x, \varepsilon) = \sum_1^\infty \mu_p \frac{1}{\left(1 + \frac{X_p}{\varepsilon^2}\right)^p},$$

so ist für irrationale x ihr Limes ebenfalls Null und für rationale ist er $\mu_s + \mu_{2s} + \dots$ Ausserdem ist er für $x = \frac{r}{s} + \frac{\rho}{s}$, und $\sin^2 \pi\rho = \gamma_1 \varepsilon^2$

$$\lim \psi^*(x, \varepsilon) = \sum^{\infty} \mu_{ps} \frac{1}{\left(1 + \lim\left(\frac{X_{ps}}{\varepsilon^2}\right)\right)^{ps}},$$

während in diesem Falle $\mu_s + \mu_{2s} + \ldots$ der Limes von $\psi(x, \varepsilon)$ war. Durch Vergrösserung von γ_1 kann vorstehender $\lim \psi^*(x, \varepsilon)$ beliebig nahe an Null gebracht werden.

Von dem Unterschiede

$$\psi(x, \varepsilon) - \psi^*(x, \varepsilon),$$

welcher im Zähler der zu untersuchenden Function $\phi(x, \varepsilon)$ steht, kann also folgendes ausgesagt werden:

Er verschwindet mit ε für jeden Werth von x, setzt man aber $x = \frac{r}{s} + \frac{\rho}{s}$, und lässt ρ mit ε zugleich so Null werden, dass γ_1 in $\sin^2 \pi\rho = \gamma_1 \varepsilon^2$ mit ε nicht verschwindet, so ist

$$\lim \{\psi(x, \varepsilon) - \psi^*(x, \varepsilon)\} = \sum_1^{\infty} \mu_{ps} - \sum_1^{\infty} \mu_{ps} \frac{1}{\left(1 + \lim \frac{X_{ps}}{\varepsilon^2}\right)^{ps}},$$

wo die zweite Summe rechter Hand durch Vergrösserung von γ_1 beliebig verkleinert werden kann.

Was endlich die Nennerfunction in $\phi(x, \varepsilon)$ anlangt, so ist die darin auftretende Function:

$$\chi(x, \varepsilon) = \sum_1^{\infty} \mu_p \frac{X_p}{\varepsilon} \frac{1}{1 + \left(\frac{X_p}{\varepsilon}\right)^2}, \quad X_p = \sin^2 p\pi x$$

dieselbe, die wir im Art. III unter der Benennung $\phi(x, \varepsilon)$ schon studirt haben, und wir erinnern an folgende ihrer Eigenschaften:

$\operatorname{Lim}_{\varepsilon=0} \chi(x, \varepsilon)$ verschwindet mit ε für jeden Werth x, desgleichen, wenn man $x = \frac{r}{s} + \frac{\rho}{s}$, $\sin^2 \pi\rho = \gamma\varepsilon$ setzt, und γ Null oder unendlich wird, also jedenfalls für $\sin^2 \pi\rho = \gamma_1 \varepsilon^2$, wo γ_1 weder Null noch unendlich wird.

Nach dieser Betrachtung der Zähler- und Nennerfunction in $\phi(x, \varepsilon)$ gehen wir dazu über, Beide in Bezug auf ihr Nullwerden zu vergleichen.

Denken wir uns auf einer Geraden z die Punkte $1, 2, 3, \ldots$ notirt, und auf diesen Punkten als Ordinaten aufgetragen die Werthe $X_p = \sin^2 p\pi x$, und nehmen ausserdem x irrational an, so können wir eine Linie construiren von folgender Beschaffenheit. Vom Punkte X_1

ziehen wir eine Gerade zum **nächsten** Punkt $X_p < X_1$, und nennen ihn $X^{(1)} = \sin^2 p^{(1)} \pi x$. Von diesem Punkt ziehen wir eine Gerade wieder zum **nächsten** Punkt, der eben $< X^{(1)}$ ist, und nennen ihn $X^{(2)} = \sin^2 p^{(2)} \pi x$, u. s. f. Dann heisse die polygonale Linie, welche die Punkte $X_1, X^{(1)}, X^{(2)}, \ldots$ verbindet: (Untere) Hülle der X_p-Werthe. Falls x rational ist, tritt an Stelle der unteren Hülle der X_p-Werthe eine der z-Axe parallele Gerade, welche die kleinsten von Null verschiedenen Werthe X_p verbindet.

Weiter ziehen wir der Geraden z parallel eine Gerade in der Entfernung ε, welche die Hülle der X_p-Werthe in einem Punkt $X_\varepsilon = \varepsilon$ schneiden wird.

Wir wollen nun in $\psi(x, \varepsilon)$ und $\chi(x, \varepsilon)$ die Summen theilen in zwei Theile $\sum\limits_{1}^{(q)-1}$ und $\sum\limits_{(q)}^{\infty}$, wo (q) wie folgt zu bestimmen ist:

Es sei $X^{(q)} \geqq X_\varepsilon > X^{(q+1)}$. Diese Wahl von q ist die Schneide unseres Beweises. Jedenfalls ist nämlich:

$$\sum_{1}^{(q)-1} \frac{X_p}{\varepsilon} \frac{\mu_p}{1 + \left(\frac{X_p}{\varepsilon}\right)^2} > \sum_{1}^{(q)-1} \frac{\mu_p}{1 + \left(\frac{X_p}{\varepsilon}\right)^2}.$$

Was aber die Theile

$$\sum_{(q)}^{\infty} \frac{X_p}{\varepsilon} \frac{\mu_p}{1 - \left(\frac{X_p}{\varepsilon}\right)^2}, \quad \sum_{(q)}^{\infty} \frac{\mu_p}{1 + \left(\frac{X_p}{\varepsilon}\right)^2}$$

betrifft, so ist wegen $X_{(q)} > X_\varepsilon = \varepsilon$ der erste Term der Reihe links $\geqq$ dem ersten Term der Reihe rechts, und wenn man nun die μ_p so bestimmt sich denkt, dass wie bei $\mu_p = 2^{-p}$ das Verhältniss $\frac{1}{\mu_p}(\mu_p + \mu_{p+1} + \ldots)$ weder Null noch unendlich wird, wenn p unendlich wird, so kann auch das Verhältniss

$$\sum_{(q)}^{\infty} \frac{\mu_p}{1 + \left(\frac{X_p}{\varepsilon}\right)^2} : \sum_{(q)}^{\infty} \frac{X_p}{\varepsilon} \frac{\mu_p}{1 + \left(\frac{X_p}{\varepsilon}\right)^2}$$

jedenfalls nicht unendlich werden.

Es hat also $\dfrac{\psi(x, \varepsilon)}{\chi(x, \varepsilon)}$ die Form:

$$\frac{U + V}{U_1 + V_1},$$

wo $U_1 > U$, und $\dfrac{V}{V_1}$ nicht unendlich wird. Unterscheiden wir die Fälle

$\lim \frac{V}{U} = $ von o und ∞ verschieden. Wenn $\lim \frac{V}{U} = 0$ ist, so wird für hinreichend kleine ε: $\frac{U+V}{U_1+V_1} > 1$, wenn $\lim \frac{V}{U}$ weder Null, noch unendlich, kann wegen $U_1 > U$ der $\lim \frac{U+V}{U_1+V_1}$ jedenfalls nicht unendlich werden, er wird drittens $= \lim \frac{V}{V_1}$ falls $\lim \frac{V}{U} = \infty$.

Was schliesslich noch das Verhältniss von $\psi^*(x, \varepsilon)$ zu $\psi(x, \varepsilon)$ anlangt, so ist:

$$\psi^*(x, \varepsilon) = \sum_1^\infty \frac{\mu_p}{\left(1 + \frac{X_p}{\varepsilon^2}\right)^p} < \psi(x, \varepsilon) = \sum_1^\infty \frac{\mu_p}{1 + X_p \frac{X_p}{\varepsilon^2}}.$$

Denn wegen $X_p = \sin^2 p\pi x < 1$ ist im Allgemeinen $1 + X_p \frac{X_p}{\varepsilon^2} < 1 + \frac{X_p}{\varepsilon^2}$ und da $1 + \frac{X_p}{\varepsilon^2} > 1$, so ist $\left(1 + \frac{X_p}{\varepsilon^2}\right)^p > 1 + \frac{X_p}{\varepsilon^2}$.

Daher folgt überhaupt, dass

$$\lim \frac{\psi(x, \varepsilon) - \psi^*(x, \varepsilon)}{\chi(x, \varepsilon)}$$

nicht unendlich werden kann. Da aber der Limes des Zählers und des Nenners für sich Null ist, so ist auch Null der Limes von

$$\sqrt{\chi(x, \varepsilon)} \cdot \frac{\psi(x, \varepsilon) - \psi^*(x, \varepsilon)}{\chi(x, \varepsilon)} = \frac{\psi(x, \varepsilon) - \psi^*(x, \varepsilon)}{\sqrt{\chi(x, \varepsilon)}}$$

für jedes feste x. Wenn man jedoch setzt $x = \frac{r}{s} + \frac{\rho}{s}$ und ρ bestimmt durch $\sin^2 \pi\rho = \gamma_1 \varepsilon^2$, wo $\lim \gamma_1$ weder Null noch unendlich, so haben wir oben bei der Discussion der Functionen $\psi(x, \varepsilon) - \psi^*(x, \varepsilon)$ und $\chi(x, \varepsilon)$ gesehen, dass die erstere einen von Null verschiedenen Werth erhält und die zweite Null wird, woraus folgt, dass alsdann der Bruch

$$\phi(x, \varepsilon) = \frac{\psi(x, \varepsilon) - \psi^*(x, \varepsilon)}{\sqrt{\chi(x, \varepsilon)}}$$

unendlich gross wird, und unser Satz in allen Theilen bewiesen ist.

Es ist durchaus nicht ausgeschlossen, dass das Integral einer solchen Function, die für jeden Werth x mit ε verschwindet, zwischen beliebigen Grenzen mit ε^{-1} unendlich wird.

Wenn unter $\Sigma V_p(x)$ eine Reihe verstanden wird, die keinen Differentialquotienten nach x besitzt, so hat, wie mir Hr. Kronecker bemerkt, die Function

$$\sum_1^n \frac{V_p(x+h) - V_p(x)}{h}$$

die Eigenschaft, dass sie für $n = \infty$ ganz bestimmte Werthe und zwar für jedes x und h ergiebt. Wenn aber, während n in's Unbegrenzte wächst, h in geeigneter Weise gegen Null abnimmt, so wird der Limes z. B. bei der Weierstrass'schen Function unbestimmt für jedes x. Es ist dies zwar ein etwas anderes Verhalten, wie das der Function $\phi(x, \varepsilon)$, verdient aber doch, da es vielleicht zur Aufstellung der Function $\phi(x, \varepsilon)$ analoger Functionen womöglich einfacheren Baues führen kann, hervorgehoben zu werden.

Ausgegeben am 8. April.

1886.
XIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

1. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Waitz las: Über die Bedeutung des Mundium im Deutschen Recht.

Die Mittheilung folgt umstehend.

Über die Bedeutung des Mundium im Deutschen Recht.

Von G. WAITZ.

Ein Begriff von eigenthümlicher weitreichender Bedeutung im Deutschen Recht, nicht bloss dem der privaten Verhältnisse, sondern ebenso sehr, ja später in noch höherem Grade auf dem Gebiete des staatlichen Lebens, ist der des Mundiums, der Munt ('mundeburdis'), und doch ist es bisher keineswegs gelungen zu einer allgemein anerkannten Auffassung der ursprünglichen Bedeutung, weder in sprachlicher noch in sachlicher Beziehung, zu gelangen.

EICHHORN (D. St. u. R. G. §. 52, I, S. 312) sagt: 'Mundium bezeichnet den Inbegriff der Rechte und Verbindlichkeiten, welche jemand in Absicht einer Person und ihres Vermögens zustehen, die sich selbst gegen Verletzungen zu schützen nicht im Stande ist und daher unter seinem Schutze steht. Der Umfang dieser Rechte ist nach den Entstehungsgründen des Mundiums verschieden.' Nicht sowohl das Wesen wie die Folgen des Mundiums sind hier in's Auge gefasst; auch diese sehr abgeschwächt, wenn hinzugefügt wird: 'Allgemein giebt es nur die Befugniss das Wehrgeld des Schützlings zu fordern'. Jedenfalls tritt aber Schutz als die angenommene Grundbedeutung hervor. Damit wesentlich übereinstimmend heisst es bei GRIMM (RA. S. 403): 'Frei und unabhängig ist der Hausherr, in seinem Schutz (ahd. munt) stehen Frau, Schwester und Kinder'. An anderer Stelle aber (S. 465): 'Die durch des Vaters und Ehemanns Tod unterbrochene Gewalt über den unmündigen Sohn, über Tochter und Ehefrau wird von andern fortgesetzt'. Die 'eigentliche' Bedeutung des Wortes ist nach ihm Hand, 'so viel wie das Lateinische manus', während andere an das jetzt übliche Wort gedacht, oder ein drittes, von beiden anderen noch verschiedenes hingestellt haben (GRAFF, Sprachschatz II, S. 813). Gewiss ist, wie KRAUT (Vormundschaft I, S. 5) bemerkt, dass der Deutsche Ausdruck nirgends durch das Lateinische Wort 'manus' wiedergegeben wird[1], während nicht selten

[1] Das ist auch nicht in den unten anzuführenden Stellen des Langobardischen Rechts der Fall.

in Lateinischen Denkmälern Worte, die wohl mit unserm Mund in Verbindung gebracht werden können, 'sermo', 'verbum', in demselben technischen Sinn gebraucht zu sein scheinen. Doch entscheidet sich auch Kraut für die Bedeutung Hand, und fügt nur hinzu: man dürfe dabei nicht so sehr an die zwingende wie an die schützende und schirmende Hand denken, zumal das Wort in der Sprache des Mittelalters überhaupt für Schutz und Schirm gebraucht werde. Er hat dann nach einem gemeinschaftlichen Grund für alle Vormundschaft gesucht, ohne zu einem befriedigenden Resultat zu gelangen; was er annimmt, die Unfähigkeit Waffen zu tragen, kann weder als ausreichende noch als irgendwo im Bewusstsein des Volks lebende Auffassung angesehen werden. Deshalb ist Rive in seiner Geschichte der Deutschen Vormundschaft (S. xxii) dahin gelangt zu sagen, der Ausdruck Mundium 'könne nur als eine für das Schutzverhältniss im Allgemeinen gültige Benennung angesehen werden, ohne einen bestimmten Inhalt, so dass innerhalb desselben die einzelnen Arten der Vormundschaft aus den für sie nachgewiesenen Quellen entspringen'. An einer andern Stelle giebt er einer von mir ausgesprochenen Ansicht, dass unter Mundium ein die natürliche Familiengewalt ersetzendes und ihr nachgebildetes Verhältnis verstanden werde, wenigstens ein bedingtes Recht. Als 'Schutzgewalt' habe ich geglaubt das allerdings noch mannigfach verschiedene Recht am geeignetsten bezeichnen zu können.

Alle dem gegenüber ist neuerdings in einem vielfach anregenden und viel gelobten Buche (Institutionen des Deutschen Privatrechts I, S. 97 ff.) Heusler mit einer Lehre von der Munt aufgetreten, nach welcher sie nicht bloss ein einheitlicher Rechtsbegriff sei, sondern auch die Grundlage für alle persönlichen Rechtsverhältnisse der alten Deutschen: Munt und Gewere seien Ausdruck der Scheidung von Rechtssubject und Rechtsobject; ursprünglich beide in dem Herrschaftsbegriff der 'manus' verbunden, später getheilt in die Munt über freie und halbfreie Personen und die Gewere über Unfreie und Sachen. 'Nicht nur der Inhaber der Munt, sondern auch wer unter Munt steht, ist Person, d. h. Rechtssubject. Was der Gewere unterliegt, ist Rechtsobject.' Ich lasse das Letzte hier zur Seite. So begrifflich schön das Ganze vielleicht klingt[1], ich sollte meinen, dass weder die beiden Sätze sich wirklich so entsprechen, um darauf ein System des Rechts zu gründen, noch der erste an sich richtig ist, da es offenbar jederzeit Personen gegeben hat, die weder Inhaber einer Munt waren noch

[1] Noch weiter ging schon Phillips, D. G. I. S. 182 ff., der die Vormundschaft geradezu aus der Gewere ableitet, als Grund auch den Mangel der Wehrhaftigkeit ansieht.

unter einer solchen standen, und, soweit er richtig ist, nichts als den ziemlich trivialen Satz: jede Person kann entweder Inhaber einer Munt sein oder unter Munt stehen, umkehrt. Es wird dann später auch von dieser, dass ich so sage, activen und passiven Bedeutung der Munt abgesehen, dagegen mit Entschiedenheit die Einheit des Begriffs vertreten, und zwar so, dass nicht der Schutz, sondern die Gewalt, die Herrschaft als der wahre Inhalt behauptet wird.

'Die Munt ein Gewaltbegriff' ist die Überschrift eines eigenen Paragraphen (§. 24), nachdem schon vorher gesagt ist[1]: 'Im Deutschen Privatrechte ist der Gewaltbegriff, dessen Unterwerfung unter das Recht den Anfang aller Rechtsordnung bezeichnet, der Begriff der Munt'. Als Beleg dafur werden zunächst angeführt 'alte' Glossen zum Langobardischen Edict: 'mundium id est dominium'. In Wahrheit sind diese Glossen aber nicht alt, sondern gehören dem 10. Jahrhundert an, sind im Beneventanischen geschrieben, reich an wunderlichen Irrthümern und können für das ältere Langobardische oder gar das ursprüngliche Deutsche Recht nichts beweisen. Was aber ausserdem in Betracht kommt, sie lauten gar nicht, wie sie angeführt werden, sondern 'domino', 'dominum' wird als Erklärung zu 'mundio', 'mundium' gegeben, unter diesem Wort also die Gewalt habende Person verstanden[2]. In der That operiert der Verfasser denn auch vorzugsweise mit der Bedeutung 'manus', und zwar nicht in dem Sinn, wie Kraut das Wort gefasst haben will, sondern 'dass Munt eine der alten römischen 'manus' gleiche, reine Gewalt und Herrschaft sei, nicht ein juristisch gleichgiltiger Schutz'[3].

Dieser Satz ist aber ganz theoretisch hingestellt und kann nur in der Weise durchgeführt werden, dass Umwandelungen oder, wie es heisst, Abschwächungen angenommen werden, die von dieser Gewalt und Herrschaft wenig oder nichts übrig lassen.

Die versuchte Begründung wendet sich zunächst gegen die welche an einen Zusammenhang des Wortes mit unserm 'Mund' denken, wenn auch vielleicht einen auf Misverständnis beruhenden, so dass man die ursprüngliche Bedeutung verkannt und irrthümlich diese untergeschoben habe. Heusler glaubt zeigen zu können, dass die Worte, um die es sich handelt, verbum, sermo, die speciell von dem König gebraucht werden, gar nicht das mundium, den Schutz, sondern den Befehl, jussio, bezeichnen. Dafür werden ein paar ganz vereinzelte Stellen angeführt, die zahlreichen anderen, wo eine solche Erklärung ganz

[1] S. 95.
[2] Der Verfasser scheint die Stelle aus Sickel's Beiträgen III, S. 10 übernommen zu haben, der die ältere Ausgabe Baudi di Vesmes benutzte.
[3] S. 108.

unmöglich ist, mit Stillschweigen übergangen, wie denn das Quellenmaterial, das der Verfasser verwendet, ein dürftiges, meist aus zweiter Hand geschöpftes ist.

Was zunächst 'verbum' betrifft, so scheint mir unnöthig, die VG. II, S. 255. 330 ff. angeführten Stellen der Gesetze und Geschichtschreiber, wo es heisst: in verbo esse, in verbo ponere, in verbum mittere, hier zu wiederholen, wo von Befehl absolut nicht die Rede sein kann[1]. Es genügt jedenfalls, an L. Ribuar. XXXV, 3 zu erinnern, wo es heisst: 'Si quis ingenuam puellam vel mulierem qui in verbo regis vel ecclesiastica est... de mundeburde abstulerit', wo 'mundeburdis' durchaus dem 'verbum' entspricht, was zugleich auf die ecclesiastica Anwendung findet; womit LVIII, 12. 13 zu vergleichen, wo die 'mundeburdis regis' und 'mundeburdis ecclesiae' nach einander genannt werden. In der ganzen Merovingisch-Fränkischen Zeit findet sich nur eine Stelle, in welcher die von Heusler behauptete Bedeutung allenfalls angenommen werden kann, Dipl. 66, Nr. 58: 'qui causas ipsius orfanolo per nostro verbo et praecepto videtur habere receptas'. Es kann das ein wesentlich tautologischer Ausdruck sein; es kann aber auch hier an den Königsschutz gedacht werden, in dessen Folge der Referendarius die Vertretung des Unmündigen, der in demselben stand, übernahm. In dem ersten Fall entspräche es einem Sprachgebrauch, der in Karolingischer Zeit häufig ist, wo der Missus per verbum regis handelt, oder Güterverleihungen von den Kirchen de verbo, per verbum regis gemacht werden (VG. III, S. 316 ff. 414. IV, S. 189), was aber mit den Ausdrücken, um die es sich hier handelt, unmittelbar nichts zu thun hat, wenn auch einzeln noch die frühere Verwendung des Wortes durchbricht, indem es einmal heisst: 'precariam per nostram mundeburdem et licentiam habere' (S. 191 N.).

Was den nahe verwandten Ausdruck 'sermo' betrifft, so führt Heusler auch hier die meisten Stellen, in denen er vorkommt (VG. II, 1, S. 331), gar nicht an, dagegen eine, die 'die Gleichgültigkeit des verbum regis für den Begriff der Munt beweisen soll, da 'von ihm auch ausserhalb jedes Muntverhältnisses die Rede ist', L. Sal. LVI vom König: 'extra sermonem suum eum ponat'. Er leugnet damit ohne weiteres die gerade aus dieser Stelle gezogene Consequenz, dass der Begriff des Königsschutzes im weiteren Sinn auf das ganze Volk angewandt, das Verhältnis des Herrschers zum Volk wesentlich als ein Schutz-, nicht als eine Gewaltverhältnis aufgefasst sei (VG. II,

[1] Eine von Kraut, Grundriss §. 162 Nr. 1, angeführte Glosse spricht auch geradezu von der 'mulier in mundio regis habita'.

1, S. 103. 213), wie es auch mit dem Ausdruck 'defensio' in 'Merovingischer und Karolingischer Zeit (VG. III, S. 327. 328) bezeichnet wird. Wenn er hier 'sermo' mit 'Frieden' übersetzt, so kann es das natürlich nicht ohne weiteres bezeichnen, Frieden und Befehl auch nicht als gleichbedeutend genommen werden, wenn der Friede auch durch den königlichen Bann gewirkt wird. Aber gerade das Mundium steht mit ihm in nahem Zusammenhang; 'sub nostro mundeburdo pacem habeant', heisst es in einem Capitular Karl des Grossen und ähnlich öfter (VG. III, S. 323 ff.); bei den Angelsachsen wird 'mund' geradezu mit 'pax' übersetzt (Schmid, Angels. Gesetze S. 634). Eben hier sagt Gneist (Englische Verfassungsgesch. I, S. 15), 'drückt die Bezeichnung mundbora', wie der König genannt wird, 'einen Schützer und Schirmer, defensor et patronus, aus'.

Auch eine Stelle der Marculfschen Formeln wird von Heusler herangezogen, nach welcher der König jemanden in seinen Schutz aufnimmt und dann die Handhabung desselben dem Majordomus überträgt, I, 24: 'sub sermonem tuicionis nostre visi fuimus recipisse, ut sub mundeburde vel defensione inlustris vero (= viri) majores domus nostri ... quietus dibeat resedere'; nachher: 'sub nostro sermone et mundeburde antedicti viri quietus resedeat'. Hier wird insofern 'sermo' von 'mundeburdis' unterschieden, als jenes, wie in allen anderen Stellen, von dem König, dies, wie es überhaupt in allgemeinerer Anwendung vorkommt, von dem Majordomus, der seine Stelle vertritt, gebraucht wird. Was man aus dieser Ausdrucksweise folgern kann, ist aber gewiss nicht, dass 'sermo' hier 'Befehl' heisst, sondern nur, dass das Wort für die höhere Schutzgewalt des Königs technisch war. Steht hier 'sermo tuitionis', so bei Gregor IX, 42: 'tuitio et sermo'; anderswo wird zu 'sermone tuitionis' hinzugefügt 'vel mundeburdo nostro (Dipl 50, S. 46). Das sind tautologische Ausdrücke, wie sie jetzt und später (VG. IV, S. 290 ff.) überall vorkommen.

Lässt man aber auch 'manus', Hand, als ursprüngliche Bedeutung von 'mund' gelten, so wird die Auffassung Heusler's dadurch keineswegs begründet. Der Begriff der 'manus', des 'in manus commendare, in manus dare', oder wie es sonst gebraucht wird, ist ein sehr weiter, kommt in verschiedener Anwendung vor, eben bei der Ergebung in den Schutz, bei der Vassallität und sonst. Bei den Langobarden, auf die Heusler wiederholt Rücksicht nimmt, ist 'in manum regis dare' eine Form der Freilassung (Liutpr. 9. 55), begründet so gerade ein Schutz-, nicht, wie hier angenommen wird (S. 136), ein Gewaltverhältnis. Die 'manus regia' wird anderswo gleichbedeutend mit der 'curtis regia' gebraucht (Roth. 186. 223).

Heusler will weiter aus dem Heliand beweisen, dass 'munt' ein Gewalt- und Herrschaftsbegriff', nicht ein 'Schutz- und Schirmbegriff' sei. Aber er setzt sich da nicht bloss mit dem Übersetzer Simrock, sondern soviel ich sehe, mit allen Philologen in Widerspruch (vergl. Schmeller, Glossarium Saxonicum S. 80; Vilmar, Alterthümer im Heliand, S. 51. Steht 'mundburd' in einigen Stellen für 'euangelium regni' der Vulgata, so kann das ebensowohl an die Bedeutung 'mund = verbum' wie an Herrschaft erinnern; einmal entspricht es dem 'gloria' des Lateinischen Textes, und wo von Petrus gesagt wird 'thu farmanst mina mundburd', bezeichnet es nur das Verhältnis des Herrn zu ihm als Schutzherrn. — Nur Schutz bedeuten die von Graff II, S. 813 angeführten Stellen aus Otfried. In einer alten Glosse (Steinmeyer I, S. 320) steht: 'protector fidelis, quem nos mundbore possumus appellare'; in zahlreichen Sächsischen Denkmälern späterer Zeit bezeichnen 'mundbor' oder die daraus entstellten Formen immer den Schutzbringer, den Vormund; Lübben und Schiller, Mittelniederdeutsches Wörterbuch III, S. 135. Und dasselbe ist beim Angelsächsischen 'mundbora' der Fall, das auch von anderen als dem König gebraucht und als patronus erklärt wird; Schmid a. a. O. S. 635.

Zuletzt beruft sich Heusler auf die späteren königlichen Munt- und Immunitätsbriefe für geistliche Stifter, in denen diesen die 'defensio' ertheilt werde, weil sie sich in die 'dominatio' des Königs ergeben haben, indem er sich auf eine Äusserung Sickel's bezieht: 'die 'dominatio' hat 'defensio' zur Folge'. Wenn das richtig ist, so doch keineswegs umgekehrt, dass die 'defensio' auch 'dominatio' voraussetzt; diese geht weiter, macht den König zum Eigenthümer, oder, wie es einmal heisst, es wird das Stift ihm 'ad regendum' übergeben, vielleicht nur damit es so der Eigenschaft der Fiscalgüter theilhaft werde, vielleicht um überhaupt in die Reihe der königlichen Klöster einzutreten. Blosse Commendation aber, die zur Erlangung des Schutzes verlangt ward, begründete noch keine 'dominatio', wie hier mit starken Worten (S. 122), aber ohne Beleg behauptet wird, während Ehrenberg (Commendation S. 77) das Richtige dargelegt hat (vergl. (VG. IV, S. 290 N.).

Kann man sich so mit Heusler's Auffassung des Mundiums nicht einverstanden erklären, so auch nicht mit den Consequenzen, die gezogen werden. 'Die Munt', heisst es (S. 119), 'war ihrem Begriffe nach kein Schutzverhältniss im Interesse des Untergebenen, sondern Gewalt im Interesse des Hausherrn'. Kann dies selbstverständlich in allen den Fällen nicht gelten, wo das Mundium freiwillig gesucht, erbeten wird, so passt es auch in vielen anderen nicht; nicht, wovon auf derselben Seite die Rede ist, wenn es sich um die 'Pflicht des'

Staats', 'die Aufgabe des Königs' handelt, Schützer der Wittwen, Waisen, Unvermögenden zu sein; nicht selbst in den Verhältnissen der Familie, bei der eigentlichen Vormundschaft, von der man wohl nicht sagen kann, dass sie im Interesse des Hausherrn als Vormunds eingerichtet ist. — Soll die Munt die Folge haben, dass ihr Inhaber die Rechtssphaere der die in der Munt stehen ganz absorbiert (S. 123), so passt das gar nicht auf die geistlichen Stifter, welche infolge derselben vielmehr Immunität, und mit derselben nicht selten Wahl des Vorstehers und des Vogtes, der nun ihre Rechte wahrnahm, erhielten[1]. Ebensowenig ist es bei Kaufleuten, Juden, die den Schutz des Königs suchten, der Fall, nicht bei der Frau, welche nach Form. Bitur. 14 eine carta mundboralis vom König hatte und volles Eigenthum besass; nicht auch bei denen, die sich als Vassallen commendiert hatten.

Ich bin mit dem Verfasser, im Gegensatz zu dem was namentlich Zöpfl ausgeführt hat, einverstanden, dass die Vassallität sich aus der Ergebung in das Mundium entwickelt hat. Ich kann aber nicht zugeben, dass der Ausdruck 'vassus', der zuerst von unfreien Dienern gebraucht wird, beweise, dass in der Commendation eine 'Unterwerfung unter die harte Zucht und die niedrigsten Dienste im Hause des Muntherrn' enthalten war. Selbst in der berühmten Formel Turon. 43, die man nicht ohne weiteres auf Vassallität beziehen kann, wird nur versprochen 'ingenuili ordine servitium vel obsequium impendere'; dass 'servitium' von den verschiedensten Arten des Dienstes gebraucht wird, ist bekannt genug. Stehen nachher 'potestas vel mundeburdus', 'potestas vel defensio' zusammen, so kann ich gern zugeben, dass hier 'vel' nicht erklärend, sondern in der Bedeutung von 'et' zu nehmen ist[2], aber jedenfalls entspricht dem 'mundebordus' eben die 'defensio', und ich sehe nicht, wie gesagt werden kann: 'welch geringe Rolle spielt hier die defensio, und wie liegt aller Nachdruck auf dem servitium und der potestas', muss auch erinnern, dass 'potestas' keineswegs ein Ausdruck ist gerade nur für hausherrliche Gewalt, sondern in weiter allgemeiner Bedeutung von jeder Art von Gewalt gebraucht

[1] Was Heusler darüber später S. 320 ff. ausführt, beruht auf einer sehr künstlichen Theorie, dass der König mit den aus der Munt fliessenden Rechten die Vorsteher des Stifts investiert habe.

[2] Wie sehr in solchen Bezeichnungen der Sprachgebrauch schwankt, zeigt z. B. der Mundbrief Karl Martell's für Bonifaz, Jaffé Bibl. III, S. 85, wo es anfangs heisst: 'sub nostro mundeburdio vel defensione eum recipere', dann: 'sub nostro mundeburdio et defensione quietus .. esse debeat', und wieder: 'sub nostro mundebordio vel defensione'. Vergl. die Urkunde Karl des Grossen für den Presbyter Arnald, Wartmann UB. v. Sangallen 64, I, S. 64: 'sub nostro mundeburdo vel defensione', und daneben 'sub nostram tuicionem'.

ist; es wird von der regalis, fiscalis, judiciaria potestas gesprochen, es heisst in der Lex Bajuvariorum II, 8 vom Herzog: qui illam provinciam in potestate habet.

In den Vassallitätsverhältnissen haben nach Heusler's Meinung dann im Lauf der Zeit wohl grosse Veränderungen des ursprünglichen Verhältnisses sich geltend gemacht. 'Welch eine verhängnissvolle Umwandlung hat sich in den Jahrhunderten vollzogen'. Aber eins sei geblieben. Die Gewalt, besonders die Strafgewalt für die Zeit des wirklichen Kriegsdienstes. Die dafür angeführten zwei Stellen aus Capitularien von 823/25 und 866 können das aber schwerlich erweisen. Beide beziehen sich, wie es in jenem c. 16 (Boretius S. 305) heisst, auf die pax in exercitali itinere servanda. Da verordnet die erste, dass jeder für diejenigen 'qui in suo obsequio in tali itinere pergunt, sive sui sint sive alieni', also offenbar nicht bloss seine Vassallen, sondern alle die unter seinem Befehle stehen, 'rationem se sciat redditurum', was so erläutert wird, dass, wenn der senior den 'pacis violator aut constringere noluit aut non potuit, ut nostram jussionem servaret et... praedas facere non timeret', seinen 'honor' (Amt oder Beneficium) verlieren soll. Von Bestrafen des Schuldigen durch den senior ist nicht die Rede; vielmehr 'pacis violator... coram nobis sive coram misso nostro dignas poenas persolvat'; nur ein 'constringere' oder 'corrigere' wird von jenem verlangt, die Vernachlässigung davon mit der angegebenen Strafe bedroht. Noch singulärer ist eine Bestimmung in Kaiser Ludwig II. Constitutio de exercitu Beneventum promovendo. Weil die Fastenzeit nahe, soll besonders strenge Zucht im Heer gehandhabt, jeder Raub und Diebstahl mit dreifacher Busse belegt werden: wird dagegen gefehlt, 'liber cum armiscara, id est sella ad suum dorsum, ante nos a suis senioribus dirigatur'. Die harmiscara, hier speciell das Satteltragen, ist eine ausserordentliche, regelmässig von dem König besonders verhängte Strafe (VG. IV, S. 523); sie ist auch hier nicht Ausfluss einer Strafgewalt des Herrn, sondern dieser soll nur die für diesen Fall erlassene Verfügung des Königs zur Ausführung bringen und ihm den Schuldigen überweisen. Ich will kein Gewicht darauf legen, dass in beiden Stellen nicht ausdrücklich von Vassallen die Rede ist, der Begriff des 'senior' sich jedenfalls weiter erstreckt, derselbe in der ersten Stelle auch 'alieni', in der zweiten auch 'servi' unter sich hat. Beide beziehen sich aber offenbar nur darauf, dass in den angegebenen besonderen Fällen der 'senior' verantwortlich sein soll, und ich begreife nicht, wie man daraus entnehmen soll, es 'blühe die Munt als alte strenge Hausherrschaft noch auf dem beschränkten Gebiete des Militärrechts, zumal des Militärstrafrechts'.

Heusler bespricht zuletzt noch die Vogteiverhältnisse als Anwendung der Munt (S. 132 ff.). Er sagt: 'Muntmannschaft und Vogteipflichtigkeit sind ursprünglich gleichbedeutende Ausdrücke'. Bezieht er sich dabei auch auf VG. V, S. 253, so habe ich doch vorsichtig nur gesagt, dass mitunter bei Ergebung in den Schutz eines Stifts der Vogt desselben als derjenige bezeichnet werde, der den Schutz gewährte; davon unabhängig scheine es zu sein, wenn das Schutzverhältnis überhaupt als Vogtei aufgefasst werde, was aber in älterer Zeit — es handelt sich schon um die Periode von der Mitte des 9. bis zum Anfang des 12. Jahrhunderts — nur ganz vereinzelt vorkomme; die Bezeichnung 'advocatii', Vogteileute, fände sich nicht vor dem 13. Jahrhundert. Zöpfl, Alterthümer II, S. 164, der weiter angeführt wird[1], sagt wohl, dem Ausdruck 'advocatii' entspreche genau das Deutsche Mundmannen; aber so ohne weiteres wird man das nicht zugeben können (vergl. die Stelle VG. V, S. 251 N. 1), und er selbst fügt hinzu, es besage an sich nicht mehr, als dass Leute der Vogteilichkeit eines Vogteiherrn, d. h. eines Herrn als ihres Vogtes, d. h. Gerichtsherrn, unterworfen sind. Das liegt also weit ab von der Munt in dem Sinne Heusler's, und wenn dieser sagt, was noch von alter Munt in diesem Verhältnisse stecke, sei nichts von den übrigen Muntfällen verschiedenes, so wäre wohl zu zeigen gewesen, dass was sich hier findet wirklich auf die 'alte Munt' zurückgeführt werden kann. Der Verfasser unterlässt es, näher auf die Sache einzugehen, weil es auch auf ein verfassungsrechtliches und rechtsgeschichtliches Gebiet führen würde, das seinem Zwecke ferne liege. Erinnere ich mich, dass einer unserer ersten Germanisten Albrecht Jahre lang sich mit dem Plane trug seinem für das Gebiet des Sachenrechts Epoche machenden Buche über die Gewere eine Darstellung der Vogtei als von ähnlicher Bedeutung für das Personenrecht an die Seite zu stellen, so liegt der Vergleich mit der hier aufgestellten Zweitheilung des Rechtsgebiets in Munt und Gewere nahe genug. Ist Albrecht's Lehre hier von späteren Forschern, nicht am wenigsten von Heusler selbst, erschüttert und verdrängt worden, so mag es begreiflich sein, dass er, wie er es selbst öfter aussprach, mit der anderen Aufgabe wegen der obwaltenden Schwierigkeiten nicht zum Abschluss gelangte. Und ich muss hinzufügen, dass der nun gemachte Versuch in dem Mundium eine solche allgemeine Grundlage der verschiedensten persönlichen Rechtsverhältnisse[2]

[1] Mehr findet sich bei Kraut, Vormundschaft I, S. 7, aber auch keine Stelle vor dem 13. Jahrhundert.

[2] Selbst der Salmann soll eine Art 'muntboro' sein (S. 220). Dagegen ist von dem 'mitium' des Fränkischen Rechts gar keine Rede.

aufzuweisen und diese in der Hausherrschaft zu finden, wohl keineswegs als gelungen angesehen werden kann.

Nach allem was die älteren Rechtsquellen ergeben ist das Mundium eine in mannigfacher Anwendung ausgebildete Schutzgewalt. Eben darum kann es, wie ich meine, nicht identisch sein mit dem Recht, oder sagen wir mit der Gewalt des Hausherrn über Frau, Kinder, Gesinde, wo es sich wohl zum Theil um dieselben, aber auch um weitergehende Befugnisse handelte. Werden Stellen des Langobardischen Rechts dafür geltend gemacht[1] (besonders von Zöpfl, RG. §. 83 N. 15), dass mundium auch von dem Vater in Beziehung auf die Tochter gebraucht werde, so sind es eben solche, wo von dem Erwerb des mundium durch den Ehemann oder von der Aufhebung desselben und der Rückkehr der Frau unter anderen Schutz die Rede ist, oder wo Vater und Bruder zusammen genannt werden (Liutpr. 31), wohl neben einem mundoaldus oder dem qui mundium ejus potestatem habet (Roth. 178; der Vater allein 215), wo ausserdem auch nach der hier herrschenden Auffassung die 'curtis regis' oder das 'palatium' unter Umständen als concurrierend auftritt[2]. Mir scheint in diesen Stellen, oder wenn später einmal allgemein von dem 'mundeburdium parentum' einer Frau, im Sachsenspiegel und jüngeren Rechtsquellen von Vormundschaft des Vaters über seine Kinder gesprochen wird (Kraut, Grundriss §. 162, Nr. 4; §. 184), der Ausdruck eher von dem weiteren Schutzverhältnis zurück auch auf die ursprüngliche, stärkere väterliche Gewalt bezogen, als von dieser ausgegangen und dann nach so verschiedenen Seiten hin und, wie man annehmen muss, in so mannigfacher Abschwächung gebraucht zu sein. Vielleicht dass gerade das Mundium über die Ehefrau, das ja jedenfalls der väterlichen Gewalt am nächsten kam, den Anlass gab, auch auf diese den Ausdruck anzuwenden. Weil sie mehr ist als ein Schutzverhältnis, das mundium, wo es in älterer Zeit auftritt, aber nur dies ist, und eben keine hausherrliche Gewalt, scheint sie mir ursprünglich nicht unter den Begriff fallen zu können. Wäre es der Fall, so würde es nicht sowohl dem Mundium einen stärkeren, sondern der väterlichen Gewalt einen schwächeren Inhalt geben, als man nach anderen Zeugnissen anzunehmen

---

[1] Über Lex Alam. LIV, 2 habe ich früher, Vassallität S. 77 N., gesprochen; auch hier handelt es sich um Erwerb des Mundiums durch den Ehemann. Lex Ribuar. XXXV, 3, die Zöpfl anführt, ist nicht von 'mundeburdis parentum', sondern 'regis' oder 'ecclesiae' die Rede.

[2] Noch weniger bedeutet es, wenn von Heusler aus den späteren Formeln zum Langobardischen Recht gezeigt wird (S. 124), dass der Vater für die Tochter wie der Vormund für die Mündel, der Herr für eine Aldia oder Unfreie haftet. Das Letzte zeigt, dass es sich um ganz ungleiche Verhältnisse handelt, da die Unfreie im Eigenthum steht, das auch von Heusler von der Munt ausgeschlossen wird (S. 283. 319).

berechtigt ist. Die älteren Rechtsaufzeichnungen schweigen von dieser, weil sie ein natürliches, man kann wohl sagen ausserhalb des Rechts stehendes Verhältniss war; spätere wenden auch für sie einen Ausdruck an, der für ein verwandtes, ihr nachgebildetes, sie unter Umständen ersetzendes, mannigfach verschieden entwickeltes Gebiet rechtlicher Beziehungen, zunächst des Schutzes, zwischen höheren und abhängigen Personen galt. Wie man hierüber aber auch denken mag, unmöglich kann diese spätere Anwendung des Wortes mundium auch auf die väterliche Gewalt im Gegensatz zu allen andern Zeugnissen den in ihm enthaltenen Schutzbegriff in einen Gewaltbegriff verwandeln.

Ausgegeben am 8. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.
XX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

8. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. von Sybel las über die Warschauer Verhandlungen um 1850. Die Mittheilung wird später erscheinen.

2. Am 13. März d. J. hatte Hr. Bonitz das fünfzigjährige Jubiläum seiner in Leipzig vollzogenen Promotion zum Doctor der Philosophie, am 1. April dasjenige seines Eintrittes in eine amtliche Thätigkeit gefeiert. Die Akademie betheiligte sich an dieser Doppelfeier durch folgende Ansprache:

Verehrter Herr College!

Zwei bedeutungsvolle Erinnerungstage haben sich für Sie in wenige Wochen zusammengedrängt; und beide lenken unsern Blick auf eine fünfzigjährige Vergangenheit zurück. Der Tag, an dem Ihnen die philosophische Facultät der Universität Leipzig den wissenschaftlichen Meisterbrief überreichte, der 13. März 1836, bezeichnet Ihren Eintritt in die Reihe der Gelehrten, unter denen Sie eine so ehrenvolle Stellung einnehmen sollten; der 1. April des gleichen Jahres, an dem Sie Ihr erstes Amt antraten, bezeichnet den Beginn einer ungewöhnlich fruchtbaren Thätigkeit auf dem Gebiete des gelehrten Unterrichtswesens. Indem wir Ihnen zu der doppelten schönen Feier unsere wärmsten Glückwünsche einmüthig darbringen, gedenken wir zunächst der Verdienste, welche Sie sich um die wissenschaftliche Forschung erworben, der Arbeiten, durch welche Sie sich in

unsere Akademie eingeführt und diese in der Erfüllung ihrer Aufgaben auf's dankenswertheste unterstützt haben: Ihrer lichtvollen Erörterungen über die homerische Frage, Ihrer tiefgehenden, mit der umsichtigsten Genauigkeit geführten Untersuchungen über eine Reihe platonischer Gespräche, und vor allem jener Werke, durch die Sie Ihren Namen mit der Geschichte der aristotelischen Forschung unauflöslich verknüpft haben: der kritischen und exegetischen Schriften über die Metaphysik und andere aristotelische Bücher; der Ausgabe von Alexander's Commentar zur Metaphysik; des Index aristotelicus, der in fünfundzwanzigjähriger unermüdlicher Arbeit vollendet in den Sprachgebrauch und die Begriffswelt des Stagiriten so umfassend und verständnissvoll eindringt, dass die Freunde des Aristoteles an ihm ein fortan unentbehrliches Hülfsmittel ihrer Studien von seltener Vollkommenheit besitzen. Mit der Arbeit des Gelehrten haben Sie aber eine höchst erfolgreiche Wirksamkeit als Lehrer an Gymnasien und Universitäten verbunden, und auch unsere Akademie an der hiesigen Hochschule auf's würdigste vertreten. Sie haben sich endlich in Preussen und in Deutschland, wie früher in Österreich, durch Ihre maassgebende Betheiligung an der Organisation und der Leitung der Gelehrtenschulen die wohlverdiente allgemeine Anerkennung erworben. Und Sie haben in dieser vielseitigen Thätigkeit die Liebe zur Sache mit der Liebe zu den Personen, den Ernst der Pflichterfüllung mit der Humanität so glücklich zu verbinden gewusst, dass Ihnen ebenso die dankbare Verehrung Ihrer Schüler und Gehülfen, wie die aufrichtige Hochschätzung und Freundschaft Ihrer Mitarbeiter und Collegen gesichert war. Möge es Ihnen vergönnt sein, noch lange Jahre mit rüstiger Kraft im Segen zu wirken für die Wissenschaft, für den Staat, für die Bildung des heranwachsenden Geschlechtes!

3. Die Akademie richtete an das correspondirende Mitglied ihrer physikalisch-mathematischen Classe, Hrn. Friedrich August von Quenstedt in Tübingen, welcher am 13. d. das fünfzigjährige Erinnerungsfest an seine in Berlin vollzogene Promotion zum Doctor der Philosophie begehen wird, folgendes Beglückwünschungsschreiben:

Hochgeehrter Herr,

Zu Ihrem funfzigjährigen Doctorjubiläum bringt Ihnen, ihrem vieljährigen Correspondenten, die Akademie der Wissenschaften in Berlin ihre Glückwünsche dar. Nur Wenigen ist es vergönnt auf eine so reiche und so fruchtbringende Thätigkeit wie die Ihre zurückzublicken und nur Wenige können sich rühmen an dem Umschwung, welchen während ihres Lebens ihre Wissenschaft erfuhr, einen so eingreifenden Antheil genommen zu haben.

Schon im Anfang Ihrer Laufbahn haben Sie durch Ihre scharfsinnigen Arbeiten auf dem Felde der Krystallographie erkennen lassen, wieviel die mineralogischen Disciplinen von Ihnen erwarten durften, indem Sie die nach Ihnen benannte und seitdem viel angewendete Projectionsmethode durch das ganze Gebiet der Krystallkunde einheitlich durchführten. Die schon damals von Ihnen ausgehenden Ideen durchleuchten Ihre späteren, der oryktognostischen Kenntniss der Mineralien gewidmeten Schriften: für diese Körper haben Sie in dem Handbuch der Mineralogie durch die Verbindung strenger Forschung mit Ihren feinen, so vielfache Gebiete des Wissens streifenden Bemerkungen ein allgemeines, durch die Verbreitung des Buches bezeugtes Interesse zu erregen gewusst.

Nachdem Sie auch auf dem Felde der Geologie und Palaeontologie schon in der ersten Zeit Ihres Auftretens Hervorragendes geleistet hatten, haben Sie in Ihrer neuen Heimath den Ausgangspunkt für die Hauptarbeit Ihres Lebens gefunden: in der speciellen Gliederung des schwäbischen Jura sowie in der Erkenntniss des Baues und der Vertheilung der darin enthaltenen organischen Reste ist der Geologie ein so tiefer Einblick in einen grösseren Schichtenverband geworden, wie es kaum von einer anderen Formation gesagt werden kann. Die Originalität, welche sich hier in Ihrem Gedankengange kund giebt, und im Ausdruck wiederspiegelt, hat die Begeisterung und die Nacheiferung Ihrer Fachgenossen und zahlreichen Schüler hervorgerufen, so dass wir Ihnen eine Fülle ausgezeichneter Arbeiten, einen neuen Litteraturzweig der Geologie verdanken.

Ihre zahlreichen Schriften haben einen um so wirksameren Einfluss auf die Fortschritte der Naturwissenschaften geübt, als Sie bei aller Theilnahme an hoher theoretischer Betrachtung doch den Weg der durch sichere Beobachtung gestützten Forschung nie verlassen haben.

Möge Ihnen diese erfolgreiche Wirksamkeit zum Besten der Wissenschaft noch lange erhalten bleiben!

Ausgegeben am 15. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1886.
XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

15. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Duncker las über Strategie und Taktik des Miltiades. Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Der Vorsitzende legte eine Notiz vor über den römischen oder italischen Fuss.

Strategie und Taktik des Miltiades.

Von Max Duncker.

Wenn ich auf eine hier vor fünf Jahren geführte Untersuchung zurückkomme, so geschieht dies, weil für eine wesentliche Seite derselben heute Grundlagen gewonnen sind, die damals fehlten. Der Boden, auf dem sich ein historischer Vorgang vollzogen hat, gewährt stets Anlehnung wenn nicht zur Reconstruction, doch zur Vergegenwärtigung desselben. Nachdem die Ostküste Attika's auf Veranlassung des archaeologischen Instituts durch Officiere des grossen Generalstabs aufgenommen worden, sind Bodengestaltung und Maasse des Gebiets von Marathon zuverlässig festgestellt. In dankenswerthester Weise ist mir bereits vor Publication der betreffenden Karten die Aufnahme der marathonischen Landschaft zugänglich gemacht worden, und so habe ich dem Drange nicht wiederstehen können, der Frage nachzugehen, ob die Überlieferungen von der Schlacht von Marathon auf dem nun genau übersehbaren Boden Stand halten, ob ihre Angaben den Raumbedingungen und der Terraingestaltung entsprechen; welche Züge der Tradition demgemäss festzuhalten, welche aufzugeben sind; mit einem Worte, wie sich das Bild der, wie ich gezeigt zu haben glaube, ernst durchkämpften Schlacht im Terrain gestaltet.

Auf die bereits erörterten Fragen der Verkleinerung und Vergrösserung des Ereignisses, auf den Streit der Strategen und die damaligen Befugnisse des Polemarchen, auf die Erklärung des Wortes χωρὶς ἱππεῖς, auf das Schildzeichen komme ich nicht zurück. Ich begnüge mich zu recapituliren und zu präcisiren, was zum Verständniss der Action beider Seiten unentbehrlich ist.

Seitdem Dareios den Bosporus überschritten, ist das Perserreich im Fortschreiten nach Westen begriffen; die thrakische Küste und Makedonien gehorchen, als der Aufstand der Ionier dieses Ausgreifen unterbricht. Es wird sofort nach dessen Niederwerfung wieder aufgenommen, drei grosse Feldzüge werden geführt, die Ionier jenseit des Meeres dem Reiche einzuverleiben. Die Art der Führung dieser drei Züge lässt eine steigende Verbesserung, eine stetige Entwickelung

des Feldzugsplanes erkennen. Der Zug des Mardonios zeigte, dass eine in Kilikien im Frühjahr gesammelte Landmacht nicht vor dem Spätherbst den Olympos erreichen konnte — es fehlte nicht viel, sagt Mardonios nach diesem Feldzuge bei Herodot,[1] so kam ich nach Athen — dass die Umsegelung des Athos der Flotte gefährlich sei. Deshalb wird der Feldzugsplan dahin geändert, die Landmacht von Kilikien aus auf dem kürzeren und schnelleren Seewege mitten nach Hellas zu bringen. Die hierher überführte Heeresmacht wird geschlagen. Man folgerte hieraus, dass die Flotte nicht genüge, ausreichende Streitkräfte nach Hellas zu bringen; der neue Feldzugsplan wird dahin modificirt, dass Flotte und Heer wiederum gesondert vorgehen. Aber das Heer wird schon im Herbste zuvor bei Sardes gesammelt, der Übergang nach Europa soll auf bereits zuvor geschlagenen Brücken, um auch hier Zeit zu sparen, erfolgen, die Flotte wird noch einmal so stark als zum zweiten Zuge entboten, und um sie vor Unfällen am Athos zu sichern, der Hals der Athoshalbinsel mittelst eines Canals durchstochen, das Landheer auf erdrückende Stärke gebracht. Da die Anlage der Feldzüge Verstand und Überlegung zeigt, werden wir solche auch bei der Führung derselben vorauszusetzen haben.

Gegen des Datis 600 Trieren bei Herodot wird nichts einzuwenden sein; Dareios hatte ebenso viele an der Donau, ebenso viele hatten gegen die Ionier gefochten und Xerxes führte die doppelte Zahl gegen die Hellenen. Nepos, der uns, wie ich früher gezeigt habe, die Relation des Ephoros erhalten, sagt, 10000 Athener und Plataeer hätten den zehnfach überlegenen Feind geschlagen, giebt dessen Zahl selbst aber noch höher an, auf 100000 Fussgänger und 10000 Reiter. Nach dem Maasse persischer Armeen erscheint auch diese kaum zu hoch. Das Heer wird wie zuvor in Kilikien gesammelt; hierher kommt die Flotte, kommen die Pferdeschiffe, deren Bau das Jahr zuvor befohlen ist, denn auf die beste Waffe des Heeres soll der Seefahrt wegen nicht verzichtet werden. *Ἐνθαῦτα στρατοπεδομένοισι ἐπῆλθε μὲν ὁ ναυτικὸς πᾶς στρατὸς — παρεγένοντο δὲ καὶ αἱ ἱππαγωγοὶ νέες — ἐσβαλόμενοι δὲ τοὺς ἵππους ἐς ταύτας καὶ τὸν πεζὸν στρατὸν ἐσβιβάσαντες ἐς τὰς νέας ἔπλεον ἑξακοσίῃσι τριήρεσι ἐς τὴν Ἰωνίην.*[2] Die *νέες*, auf denen der *πεζὸς στρατὸς* eingeschifft wird, können nur die *νέες μακραὶ* sein; aufgeboten waren nach Herodot eben nur Trieren und Pferdeschiffe.[3] Von Transportschiffen, von denen Herodot so ausführlich beim Zuge des Xerxes

---

[1] 7, 9.
[2] 6, 95.
[3] 6, 48.

handelt, sagt er hier kein Wort. Waren in der That nur 600 Trieren zum Transport der Armee verfügbar, so konnten auf diesen nicht 100000 Mann übergeführt werden. Mehr als 100 Köpfe waren doch schwerlich neben den Seeleuten auf der Triere unterzubringen. Die Athener führen im Juli 432 v. Chr. auf 40 Trieren 2000 Hopliten mit selbstverständlich ebenso vielen Knechten an die Küste Makedoniens;[1] demnach waren auf jeder Triere 100 Köpfe eingeschifft; im Jahre 430 v. Chr. auf 100 Trieren 4000 Hopliten mit ihren Knechten, demnach 8000 Köpfe, nach Epidauros, auf die lakonische Küste, nach Potidaea d. h. neben Schiffsvolk und Epibaten je 80 Mann auf der Triere.[2] Bei der Überfahrt nach Sicilien sind 40 Trieren zu Transportschiffen eingerichtet. Überzuschiffen waren 4400 Hopliten d. h. 8800 Köpfe (die 1300 Leichtbewaffneten lasse ich bei Seite), demnach wären neben dem Schiffsvolk 220 Köpfe auf jede Triere gekommen. Da dies doch kaum denkbar, ist anzunehmen, dass auch die vorhandenen 34 Trieren der Bündner mit zum Transport verwendet wurden; so kamen auf jede dieser 74 Trieren 125 Köpfe. Wir werden nach alledem den Trieren des Datis doch nicht viel über 100 Köpfe, d. h. nicht 100000, sondern nur 60000, höchstens 70000 Mann geben können. Ja diese Zahl wäre noch zu verringern, wenn des Datis Pferdeschiffe Trieren gewesen, wie diese bei den Athenern stets aus ausrangirten Trieren hergerichtet wurden.[3] Trugen des Datis Pferdeschiffe je 30 Pferde, wie das der Athener auf der Überfahrt nach Sicilien, so waren 100 erforderlich, um 3000 Reiter einzuschiffen. Wären des Datis Pferdeschiffe in die Zahl der 600 Trieren einzurechnen, — Nepos-Ephoros giebt ihm nur 500 Schiffe — so wäre die Zahl des Fussvolks nicht höher als 50—60000 anzunehmen. Die Flotte des Datis war — so viel wir sehen können — nicht aus ionischen sondern aus phoenikischen Schiffen d. h. phoenikischen, kyprischen und kilikischen Schiffen gebildet.[4] Da Herodot den ναυτικὸς στρατὸς und die Pferdeschiffe unterscheidet, die Pferdeschiffe des Xerxes ἱππαγωγὰ πλοῖα σμικρὰ waren,[5] werden auch die Pferdeschiffe des Datis Fahrzeuge niedrigen Bordes gewesen sein, die bei flachem Strande und ruhiger See die Aus- und Einschiffung der Pferde mittels Fallbrücken leicht und bequem erlaubten. Demnach müssen wir bei 600 Trieren für den Transport des Fussvolks

[1] Thukyd. 1, 61.
[2] Thukyd. 2, 56. 58.
[3] Thukyd. 2, 56. 4, 42. 6, 43. BÖCKH, See-Urkunden S. 80.
[4] Zum Zuge des Xerxes stellen die Phoeniker 300, die Kyprier 150, die Kilikier 100, die Pamphylier 30, die Lykier 50; Herod. 7, 91. 92.
[5] 7, 97. Diodor 11, 4 giebt dem Xerxes 850 Pferdeschiffe.

und somit bei einer Stärke von 60—70000 Mann für dasselbe stehen bleiben. Kleine Pferdeschiffe konnten jedes doch nicht über 20 Pferde tragen — die Napoleon's I. trugen nur 16 —; so mögen wir höchstens einige tausend Reiter, des Ephoros zehntausend gegenüber, vermuthen. Die Rudermannschaft von 600 Trieren betrug mehr als 90000 Köpfe. Die Maasse der Ebene von Marathon werden ergeben, dass hier persischer Seits 170000 Köpfe gelagert werden konnten, ohne Raum und Bewegungen einer Heeresmasse von 60000 Mann, deren Schusswaffen höchstens 200 Schritt weit trugen, zu beengen oder zu hindern. Rechnete man bei den Hellenen das Schiffsvolk zu den Überwundenen, so mochte man danach immerhin von neun Myriaden Geschlagener, aber nicht Erschlagener reden.[1]

Der erste Versuch Persiens die Kykladen zu unterwerfen, war zehn Jahre vor dem Zuge des Datis gescheitert.[2] War dies jetzt vollbracht, dann war jenseit derselben Euboea, am weitesten nach Osten hinübertretend, das nächste Ziel des Zuges. Von hier den Sund überschreitend, stand man in Attika. Der zwanzig Jahre zuvor vertriebene Fürst Attika's befand sich an Bord der Perserflotte. Er sollte als Präfect Persiens hier wieder eingesetzt werden. Damit fasste Persien in der Mitte von Hellas Fuss. Von hier konnte man sich südwärts gegen den Peloponnes wie nordwärts wenden.

Nach Unterwerfung der Kykladen konnte nicht wohl zweckmässiger operirt werden, als Datis verfuhr. Auf Euboea kam, nachdem Athen die Kraft von Chalkis gebrochen, Eretria am Westufer der Insel allein in Betracht. Datis landete nicht auf der Ostküste, er lief von Süden her in den Euripos ein. Versuchten die Athener, den Eretriern zu helfen, ihren Besitz auf Euboea zu vertheidigen, so konnte er sie hierdurch abschneiden; jeden Falls hatte er hier die Flotte zum Übergange nach Attika am nächsten zur Hand. Eretria fiel nach sechstägigem Stürmen am siebenten Tage. Nicht nur die attische Hufen auf Euboea, die gesammte Insel, die gegenüberliegende Küste bei Delion wurden für die Verpflegung des Heeres und gewiss nicht nur für diese, ausgeraubt.

Nun stand zur Wahl, entweder über den Sund zu gehen, oder aber Kap Sunion zu umsegeln, im Phaleron zu ankern, hier die Landung zu erzwingen, und wenn damit die Entscheidung nicht fiel, im Felde vor Athen zu schlagen und zur Belagerung zu schreiten, Falls die Schlacht den Muth der Athener nicht gebrochen hatte. Aber die Gesammtmacht Athens war sicherlich hier bei einander. Ange-

[1] Aristid. 2, 511 Dind.
[2] Herod. 5, 31 sqq.

sichts derselben Abtheilungsweise um die Landung kämpfen zu müssen, war schwierig und unerwünscht, dazu die Uferstrecke sumpfig und in der Ebene von Phaleron wenig Raum zur Entwickelung des Heeres, zum Gebrauch der Reiter. Sicherer und ungleich bequemer waren Landung und Ausschiffung auf Attika's Ostgestade. Des Hippias Rath musste für diesen Entschluss ins Gewicht fallen. Vordem hatte sein Vater in Eretria Zuflucht gefunden. Von hier aus war er mit Vertriebenen von Naxos und Söldnern von Argos nach Marathon hinübergegangen. Hier waren ihm dann die Diakrier zugeströmt, von hier vorrückend hatte sich ihm das attische Heer auf der Strasse nach Athen bei Pallene entgegengestellt, hier hatte er — die jungen Söhne an seiner Seite — gesiegt, und war nach dem Siege ohne weiteren Widerstand in Athen eingezogen. So gedachte Hippias nun wohl auch nach acht und vierzig Jahren von Marathon her zum zweiten Male auf dieser Strasse seinen Siegeseinzug in Athen zu halten. Die Kürze der Überfahrt und die Brauchbarkeit der marathonischen Ebene für die Reiter mussten den Datis für diese Operation entscheiden. Aber nicht wie damals an den Höhen von Pallene gedachte er zu schlagen, sondern bei Marathon selbst den entscheidenden Schlag zu führen. Ein überwältigender Sieg, von den Reitern ausgiebig verwerthet, musste die Widerstandskraft Athen's brechen, den Anhängern des Hippias im Lande und in der Stadt Luft machen. Es bedurfte dann keiner langen Belagerung mehr, die sich in den Winter hineinziehen, durch den Winter hinziehen konnte, welcher die Verpflegung des Heeres erschwerte, wenn nicht unmöglich machte.

»Hippias«, so berichtet Herodot, »brachte die Gefangenen von Eretria auf die Insel Aegileia, führte die Barbaren nach Marathon, wies den Schiffen den Landungsplatz und ordnete die ausgeschifften Barbaren.«[1] Wollte man die Athener auf der Ebene von Marathon haben, so mussten selbstverständlich die Pässe im Süden derselben, da wo die Strasse, die von Athen über Pallene nach Marathon führt, zwischen den Abhängen des Pentelikon und dem Meere in die Ebene mündet, bei dem heutigen Hierotzakuli und dem Sumpfe von Brexisa einladend unbesetzt bleiben; musste das Lager im Norden der Ebene genommen werden, der Süden derselben freibleiben, wenn man Raum für die Reiter behalten wollte. Diesen Absichten gemäss konnten die Perser nur zwischen Kato Suli und dem Salzsee Drakonera unter den Abhängen des Berges dieses Namens und des Malasielehi lagern, auf dem grünen Boden, den westwärts wie nordwärts und ostwärts sumpfige Ränder einfassen. Die Ebene von Marathon war damals

[1] 6, 102. 107.

besser gehalten als heute; das beweist Pindars »λιπαρὰ Μαραθῶν«;[1] »die liebliche Wiese von Marathon«, deren Aristophanes gedenkt,[2] kann um so weniger anderswo als auf der Stelle dieses grünen Bodens gesucht werden, als die gesammte Ebene sonst keine Wiesenerde zeigt, den λειμὼν ἐρόεις unterzubringen; und wenn Pausanias den See Drakonera grossentheils sumpfig nennt, so bezeichnet er offenbar damit die nordostwärts an den See stossende tiefere Sumpfstelle.[3] Mit Ausnahme dieser und anderer Randstellen ist der sogenannte Sumpf auch heute selbst im September trocken.[4] Zu den bereits angeführten Gründen, auf der lieblichen Wiese des Aristophanes und nirgend anders das Perserlager zu suchen, tritt der Umstand, dass der vorletzte Act der Schlacht nach dem Gemälde der Poekile an der tiefen Sumpfstelle am See Drakonera vor sich geht. Giebt man dem Perserlager hier über dem Strande eine Front von 8000, eine Tiefe von 6000 Fuss (*AA*), so konnten hier 120000 Köpfe, mit einem Lagerraum von 400 Quadratfuss für den Mann, höchst ausgiebig lagern. Nach den Reglements der deutschen Armee lagern auf solchem Raum 118000 Mann Infanterie mit ihren Fahrzeugen, oder fünf Divisionen mit ihren Geschützen, Reitern und Colonnen, d. h. 75000 Köpfe mit 15000 Pferden. War die Armee des Datis, wie wir schliessen mussten, schwächer als 120000 Mann, zählte sie nur 60—70000 Mann, so lagerte sie ebenfalls sehr bequem auf einem beschränkteren Raum der Wiese von 5000 Fuss Frontbreite und ebenso grosser Tiefe (*aa*), d. h. mit einem Lagerplatz von über 350 Quadratfuss für den Kopf, wenn sie sich nicht noch bequemer mit 5000 Fuss Frontbreite und 7000 Fuss Tiefe hier einrichten wollte. Auf diesem Platze (*αα*) wird das Lager des Datis gestanden haben. Die Front des Lagers konnte nur nach Süden gegen die Strasse von Pallene, die die Athener bringen sollte, gerichtet sein. Der breite feste und trockene Strand, vom Ausfluss des Salzsees Drakonera bis zur Mündung des heutigen Canals Sutzo ins Meer hat eine Länge von 10500 Fuss und erlaubte somit 300 Trieren oder die entsprechende Zahl von Trieren und Pferdeschiffen auf das Land zu ziehen, wenn jedem dieser Fahrzeuge ein Raum von 35 Fuss zugetheilt wird, was genügend erscheint, da wenigstens die attischen Trieren nur 15 Fuss Breite hatten.[5] Zugleich bot dieser

---

[1] Olymp. 13, 148 und die Scholien.
[2] Aves 245.
[3] Pausan. 1, 32, 7.
[4] Vischer, Erinnerungen S. 77.
[5] Cartault la trière d'Athènes p. 246. Die Schiffshäuser von Munychia haben nur 6,50 Meter Breite; Karten von Attika Heft 1. Blatt 2. Erläut. von Alten zu Blatt 2.

Strand Lagerraum für die Mannschaft dieser Schiffe. Auf einem Raum von 10500 Fuss Länge und 1200 Fuss Tiefe lagern bequem 50000 Seeleute, jedem wird dabei ein Lagerplatz von über 250 Quadratfuss zu Theil.

Dass sämmtliche Trieren der Flotte hier auf den Strand gezogen worden sind, d. h. dass das Schiffslager südwärts etwa bis zur Mündung des Baches von Marathon ausgedehnt wurde, oder dass die weiteren 300 Trieren als zweites Treffen hinter den auf dem Ufer befindlichen vor Anker gelegt wurden, ist kaum wahrscheinlich. Ging man mit dem Schiffslager so weit nach Süden hinab, so setzte man die hier gelagerten Seeleute ungedeckt dem Angriffe des Feindes aus, andern Falles hielt man die Athener, weit genug in die Ebene vorzugehen, durch die Besorgniss ab, dass es darauf abgesehen sei, sie an das Schiffslager zu locken, um sie von den Trieren aus in der Flanke zu beschiessen und dann zugleich in der Front anzugreifen. Waren die Gefangenen von Eretria, wie Herodot uns schon sagte, auf der Insel Aegileia, heut Stura, der Bucht von Marathon gegenüber, wenig über zwei deutsche Meilen von dieser entfernt, untergebracht, so mussten hier zu deren Bewachung Streiter und Schiffe zurückgeblieben sein, wie die Sorge für die Verwundeten und Kranken des eigenen Heeres, die doch wohl auch hier gelagert waren, ebenfalls Mannschaften erforderlich machte. Endlich musste ein Theil der Flotte zur Herbeiführung von Lebensmitteln, zur Versorgung des Heeres in See bleiben. Und war es denn nicht vortheilhaft, die Athener in Ungewissheit und Unsicherheit zu setzen und zu lassen, ob nicht ein Theil der Flotte und des Heeres an anderen Punkten der attischen Küste landen könne; diese Besorgniss musste bei ihnen wach werden und bleiben, sobald sie nicht die gesammte Flotte des Gegners am Strande von Marathon erblickten.

Pausanias bemerkt, über dem See (er bezeichnet sehr deutlich den See Drakonera) sollen auf den Felsen Spuren des Zeltes des Artaphernes sein und steinerne Krippen für seine Pferde.[1] Ein flacher Felsrücken von mässiger Höhe, genau ostwärts hinter dem See, gewährt in der That einen Platz, von dem das Heerlager wie das Schiffslager bequem zu überblicken war.

Nicht unthätig hatten die Athener den Sturm herankommen lassen. Mit der Abweisung der ihnen im Sommer zuvor angesonnenen Unterwerfung waren sie unzweifelhaft Ziel des persischen Angriffs. Ein Glied der Symmachie Sparta's, die Aegineten, hatte die Unterwerfung erklärt und damit die Perser eingeladen, vier Meilen von

[1] Pausan. 1, 32, 7.

der attischen Küste auf Aegina zu landen, den Angriff gegen Athen auf Aegina zu basiren. Auf die Klage Athens gegen die Aegineten in Sparta, hatte Sparta, nicht minder bedroht als Athen, die persisch gesinnte Regierung Aegina's gestürzt, deren Leiter als Geisseln für loyales Verhalten Aegina's Athen überliefert. Danach war zweifellos Verabredung über gegenseitige Unterstützung getroffen. Als die Landung des Datis auf Euboea erfolgte, gedachte man die dortigen attischen Bauernhufen (es waren ihrer 4000) doch nicht ohne Weiteres aufzugeben, Eretria nicht ohne Hülfe fallen zu lassen. Die Absendung von 4000 Hopliten d. h. fast der Hälfte der verfügbaren Feldarmee zur Vereinigung mit den Eretriern war ein Akt von Entschlossenheit, ein kühnes Unterfangen. Konnte sich denn die persische Streitmacht nicht theilen, ein Theil auf Euboea fechten, der andere Theil in Attika, vor Athen landen? Als die Eretrier zu dem Entschluss kamen, sich auf die Vertheidigung ihrer Mauern zu beschränken, kehrten die attischen Hopliten selbstverständlich zurück und entgingen glücklich genug der Verlegung dieses Rückzuges durch die persischen Trieren. Nachdem Eretria gefallen, nach Herodots Angabe sogar erst als die persischen Schiffe an der Küste von Marathon Anker warfen, erfolgte ein dringliches Gesuch Athens in Sparta, Hülfstruppen zu senden. Wie ich früher hervorgehoben, konnte dies nur gestellt werden, wenn man in Athen entschlossen war, wenigstens für den Fall dieser Hülfsleistung entschlossen war, die Perser nicht hinter der Stadtmauer zu erwarten, sondern ihnen entgegenzugehen, im Felde zu schlagen. Dass spartanische Hopliten sich mit den Athenern in die Mauern Athens einschliessen würden, um sich hier mit belagern, berennen oder aushungern zu lassen, konnte Niemand in Athen annehmen.

Man war demnach in Athen bereit, zu schlagen. Bewies die Ausschiffung und Lagerung der Perser bei Marathon, dass der Gegner die Landung nicht vor Athen, nicht Angesichts des attischen Heeres erzwingen wolle, so war nun dessen Anmarsch auf Athen auf der Strasse von Pallene täglich zu erwarten. Wollten die Athener ihm vor Ankunft der Spartaner nicht entgegenziehen, so blieb nur übrig die Schlacht hart vor den Mauern der Stadt anzunehmen, Falls die Spartaner dazu noch rechtzeitig eintrafen. Die Perser kamen nicht. Am Abend des sechsten Tages nach dem Erscheinen persischer Schiffe vor Marathon war der Schnellläufer von Sparta zurück,[1] seine

[1] Der Bote wird in Sparta am neunten Tage nach Neumond beschieden, (Herod. 6, 106), nachdem er zwei Tage gebraucht hat, nach Sparta zu kommen; er ist also am siebenten Morgens von Athen abgegangen, offenbar nachdem Tags zuvor, d. h. am sechsten, die Meldung von der Ankunft der Perserschiffe bei Marathon nach

Botschaft ergab, dass die Spartaner erst nach dem Vollmonde ausrücken könnten, mithin erst in acht Tagen zu erwarten seien, wenn die Ankündigung dieser Zögerung nicht das Ausbleiben der Hülfe überhaupt verhüllte. Nunmehr stand zur Frage: sollen wir in Ungewissheit weiter auf die Spartaner warten, sollen wir, wenn inzwischen die Perser herankommen, uns belagern lassen, ohne irgend welche Aussicht auf Entsatz; sollen wir allein vor den Mauern gegen die Perser schlagen; oder endlich sollen wir, da der Feind absichtlich zu zögern scheint — er konnte am vierten Tage nach der Landung vor Athen stehen — ihm entgegen gehen, mit ihm, wo wir ihn treffen, schliesslich bei Marathon schlagen? Gute Gründe sprachen dafür, zu warten: die Spartaner konnten doch kommen; zog inzwischen der Feind auch heran, es war dann immer noch Zeits vor den Mauern der Stadt zu schlagen, man schlug hier mit der eigenen gesammten Macht, nicht allein mit der Feldarmee, auch mit den Epheben und den Alten, und die Mauern der Stadt gewährten im Unglück sicheren Rückzug. Zog man dem Feinde weiter vor die Stadt entgegen, so mussten die Epheben und die ältere Mannschaft unter allen Umständen zur Vertheidigung der Mauern zurückbleiben; der Feind konnte sich theilen, nachdem die Feldarmee Athen verlassen, mit einem Theile seines starken Heeres vor Athen erscheinen.

Nach der Relation des Ephoros ist es Miltiades, der zum Auszuge drängt, ohne auf die Spartaner zu warten, und ebenso ist bei Trogus Miltiades der Urheber des Beschlusses, die Hülfe der Spartaner nicht zu erwarten.[1] Die Angabe ist wohl begründet. Der Auszug ist auf Antrag des Miltiades von der Volksgemeinde Athens beschlossen worden. Aristoteles führt in seiner Rhetorik an: Kephisodotos habe den Athenern, als er sie aufforderte mit Lebensmitteln versehen nach Euboea zu gehen, zugerufen: »das Psephisma des Miltiades muss ausrücken«;[2] ἔφη »δεῖν ἐξιέναι τὸ Μιλτιάδου ψήφισμα.« Die Mahnung wird dem Hülfszuge, den die Athener im Jahre 357 v. Chr. für Eretria gegen Theben unternahmen, vorangegangen sein. Demosthenes erinnert im Jahre 344 v. Chr. die Athener daran, wie Aeschines nach dem Falle Olynths (347 v. Chr.) ihnen vorgeworfen, dass sie schliefen, indess Philipp Hellas und den Peloponnes zu gewinnen trachte, wie Aeschines damals jene langen und schönen Reden gehalten und »die Psephismen des Miltiades und Themistokles vorgelesen

Athen gelangt war; am neunten erhält er in Sparta Bescheid, wiederum nach zwei Tagen, am elften Abends ist er wieder in Athen.

[1] Nepos Miltiades 4. 5. Justin. 2, 9.

[2] 3, 10, 7.

habe«;[1] und dann sei dieser Mann übergegangen, Verräther geworden und Vertheidiger Philipps. Unter Psephismen des Miltiades und Themistokles, die Aeschines zu dem angedeuteten Zwecke vorlas, kann für den Miltiades nur das des Auszuges, für den Themistokles nur das, Stadt und Land aufzugeben, verstanden werden, wie auch die betreffenden Scholien angeben. Plutarch sagt in einem seiner Tischgespräche, in welchem es sich um die Ehren der Aeantis handelt: »ich fügte den schon angeführten Verdiensten dieses Stammes hinzu: der Polemarch Kallimachos habe der Aeantis angehört und diese selbst sei bei Marathon auf dem rechten Flügel gewesen: auch der Volksbeschluss, kraft dessen Miltiades die Athener hinausgeführt habe, sei unter dem Vorsitze der Aeantis gefasst.«[2]

Selbstverständlich musste die wehrfähige attische Mannschaft, mindestens seitdem sich die Perserschiffe in den Gewässern Euboea's zeigten, versammelt sein; die Absendung der Viertausend nach Eretria spricht dafür, dass dies in der That der Fall war. Nachdem am Abend des elften Tages nach Neumond der Bote von Sparta zurück war, wird Tags darauf das Psephisma des Miltiades gefasst und der Auszug der tüchtigsten Mannschaften, d. h. doch wohl wie späterhin der Jahresklassen vom zwanzigsten bis zum funfzigsten Jahr erfolgt sein, während die Epheben, die Älteren, die nicht Hoplitendienst thuenden Thetes zum Schutze der Stadt zurückblieben. Die Zahl des attischen Auszuges kann demnach kaum stärker gewesen sein, als 9000 Hopliten, wie Nepos angiebt. In der Richtung auf Marathon dem Feinde entgegen zu gehen, konnten Polemarch und Strategen erst beschliessen, nachdem feststand, dass der Feind hier mit der gesammten Stärke des Landheeres lagere. Die Perser standen nunmehr hier bereits seit acht Tagen. Mochte die Ausschiffung zwei Tage in Anspruch genommen haben, immerhin lagerten sie hier, als der Anmarsch der Athener erfolgte, seit sechs Tagen unbeweglich, ein Verhalten, welches beweist, wie viel Gewicht Hippias, die Perser darauf legten, im Felde zu schlagen und gerade hier zu schlagen.

Miltiades konnte auf der Strasse von Athen nach Pallene marschiren und sich hier oder weiter nordwärts an den Abhängen des Pentelikon zwischen diesen und dem Meere den Persern vorlegen und ihren Angriff erwarten. Dass die Engen der Strasse von Pallene bis Brexisa hin von den Persern nicht besetzt waren, musste den Strategen bekannt sein und war ihnen ohne Zweifel bekannt. Miltiades zog es mit richtigem Feldherrnblick vor, eine andere Stellung zu

[1] Falsa legatio p. 438 R.
[2] Quaest. Conviv. I, 10, 3.

nehmen. Er marschirte wahrscheinlich über Kephisia und Hekale, überschritt auf dem Bergpfade, den zu passiren für ein Heer, das ausschliesslich aus Fussgängern bestand, die ihren Proviant bei sich trugen, keine Schwierigkeite hatte, den Pentelikon und lagerte am jenseitigen nordöstlichen Abfall des Gebirges im Thale von Aulona.

Lolling's Ausführung,[1] dass hier bei Wrana nicht bei Marathona der Temenos des Herakles, Pindar's μύχος Μαραθῶνος,[2] die Feststätte der Herakleen, zu suchen ist, steht durch die nunmehr vorliegende genaue Kunde des Terrains fest. Konnten auch 20000 Menschen in der Thalspalte bei Marathona Platz finden, Miltiades und die Athener hätten sich in derselben selbst eingesperrt. Der Ausgang dieser Thalspalte in die Ebene ist durch Höhen, bei dem heutigen Bei, geschlossen; das Debouchiren längs des Durchbruchs des Baches hätten die Perser mit leichtester Mühe verhindern und fröhlich am attischen Heere vorüber auf Athen marschiren können. Eine so widersinnige Selbstvernichtung zu begehen konnte am wenigsten dem Miltiades in den Sinn kommen.

Das Thal von Aulona giebt Lagerraum für eine Frontbreite von 1300 und eine Tiefe von 5000 Fuss, d. h. einen Lagerplatz (*DD*) für eine unserer Divisionen von 15000 Mann mit 3000 Pferden; für mindestens 20000 Fussgänger, deren jedem hier 325 Quadratfuss Raum zufällt. »Loco idoneo castra fecerunt«, heisst es bei Nepos von den Athenern. Eine bessere Stellung gegen einen bei Kato Suli gelagerten, auf Athen operirenden Feind, als die, welche Miltiades hier nahm, wäre in der That auch von unseren Strategen in diesem Terrain nicht zu ermitteln. Durch die Lagerung in diesem Thale mit seiner breiten Öffnung nach der Ebene war eine wohlgedeckte Flankenstellung mit unbehindertem Rückzuge bezogen, eine Flankenstellung, die die Strasse nach Pallene, die einzige, die das Perserheer mit seinen Reitern und seinem Tross nach Athen führen konnte, vollständig beherrschte. Wollte der Gegner etwa achtlos an der Thalöffnung vorüberziehen, so bot sein Marsch in langer Colonne den Athenern den grossen Vortheil, sie durch ihren Angriffsstoss zu durchreissen und in's Meer zu werfen. Machten die Perser aber, wie sie mussten, Front gegen die Thalöffnung, so stand ihnen die attische Schlachtreihe in dieser selbst gegenüber, rechts durch die Abhänge des Argaliki, links durch die des Kotroni gedeckt, die mit immer noch 60 bis 80 Fuss hohen Wänden in die Ebene treten. Von Umfassung der Flügel der Athener, Verwendung der Reiter war hier keine Rede. In der üblichen Tiefe des fünften Jahrhunderts die

[1] Mittheilungen des deutschen archaeologischen Instituts 1, 89 ff.
[2] Pind. Pyth. 8, 113.

Rotte zu acht Schilden aufgestellt, hatten die Athener (die Stärke zu 10000 Hopliten angenommen) 1250 Schilde in der Front, somit den beschildeten Mann zu $3^1/_2$ Fuss gerechnet, eine Frontlänge von 4500 Fuss von Berg zu Berg (*E E*[1]). Wie den Vorbeimarsch konnte Miltiades hier den Aufmarsch der Perser ihm gegenüber mit gutem Vertrauen erwarten. Mit Leichtigkeit war aus dieser Stellung zur Offensive überzugehen, der Angriff der Athener von hier aus konnte das Centrum des Feindes durchstossen; und einmal zurückgeworfen, waren die Perser immer noch in Gefahr, in das kaum 8000 Fuss, d. h. eine halbe Stunde von der Schlachtlinie der Athener entfernte Meer gestossen zu werden. Andererseits boten jedoch die Athener, wenn sie im Angriffsstoss über die Berglehne des Kotroni hinausgingen, den persischen Reitern, die hier mit voller Wucht einsetzen konnten, die linke Flanke. Es war die beschildete Flanke. Wollte Miltiades trotzdem diese Gefahr nicht laufen, gab es kein Mittel, ihr wirksam zu begegnen, so musste er sich begnügen, die Perser durch kurze Angriffsstösse abzuweisen oder festzuhalten.

Es war ein Strich, den des Miltiades Stellung im Thal von Aulona durch die Rechnung der persischen Führung zog. Gerade diese Stellung erlaubte nicht, worauf es bei der Landung an dieser Küste abgesehen war, ausgiebigen Gebrauch der von den Hellenen noch hundert Jahre danach gefürchteten Reiter.[2] Griff man die Athener in dieser Stellung an, so hinderte die mässige Breite der Thalöffnung, die volle Kraft des Fussvolks einzusetzen, und hatte man selbst trotzdem Erfolg, so wichen die Athener weiter in's Thal hinein und man kam zu keiner Entscheidung. Wollte man die Athener aber aus der Thalöffnung herauslocken, indem man gegenüber aufmarschirte, so hatte man den Rücken fast hart am Meere, den linken Flügel an dem Sumpfe von Brexisa, eine Stellung, deren Gefahr für Centrum und linken Flügel die Vortheile, die auf dem rechten davonzutragen waren, reichlich aufwog. Man blieb bei dem Einfachsten, wenn man die Richtung auf die Strasse nach Pallene festhielt, die Front südwärts gerichtet in die Ebene vorging und die Athener durch diesen Aufmarsch aus dem Thale heraus in die Ebene zu locken versuchte. So rückte das Perserheer in Schlachtordnung möglichst weit nach Süden hin vor; doch gewiss nicht weiter, als dass der Action der Reiter noch ausreichender Platz blieb, demnach über die Charadra hinaus, deren steile Ränder das Vorgehen der Reiter erschweren konnten, bis zu dem trockenen Bette, das als Hinderniss nicht von

[1] Genau 4375 Fuss; demnach mit den Intervallen gegen 4500 Fuss.
[2] Xenoph. Anab. 2, 4, 6. 3, 1, 2. 3, 4, 24.

Belang gewesen sein kann, zumal sich antike Baureste in ihm finden. Die Reiter zeigte man hier wohl um so weniger in der Front, als man die Athener heran zu haben trachtete. Sie mussten getheilt hinter beiden Flügeln halten, da sich nicht voraussehen liess, von welchem aus die Athener am besten zu fassen sein würden. Der Aufmarsch nach diesen Gesichtspunkten muss hier nach der von Herodot angegebenen Distanz zwischen den beiden Schlachtlinien, wie nach der Lage des Soros etwa in der Linie *FFGG* erfolgt sein. Dass die Front der Perser nach Südwesten, die der Athener nach Nordosten gerichtet war, dass nicht zwischen der Thalöffnung von Wrana und dem Meere, sondern zwischen der Charadra und Brexisa geschlagen wurde, die Entscheidung gefallen ist, geht ferner daraus hervor, dass Miltiades in der Thalöffnung von Wrana seine Schlachtlinie auszudehnen, um sie der persischen gleichzumachen, gar nicht im Stande war, endlich aus der Richtung, in der die Perser geflohen sind.[1]

Ephoros-Nepos lässt die Plataeer in der Stadt zu den Athenern stossen, und hierauf den Auszug beschlossen werden; bei Herodot stossen sie zu den im Temenos des Herakles bei Marathon geordneten Athenern. Diese Angabe ist unbedingt festzuhalten. Die Plataeer kommen nach dieser wie nach jener Relation aus spontanem Antrieb. Solcher konnte bei ihnen erst eintreten, nachdem sie erfahren, dass die Athener ausziehen und im Felde schlagen wollten. War dieser Beschluss am zwölften nach Neumond in Athen gefasst, so konnten die Plataeer frühestens am fünfzehnten nach Neumond Abends im Thal von Aulona eintreffen.

Wie Herodot zweifellos richtig angiebt, war es hier im Lager, da die Perser zwar ihre Schlachtline zeigten aber nicht herankamen, dass Miltiades den Polemarchen für seine Ansicht gewann, nunmehr attischer Seits die Entscheidung und zwar auf dem Platze zu suchen, wo die Perser selbst sie herbeiwünschten.[2] Er wollte in der Ebene schlagen. Der Gefahr der Überflügelung gedachte er durch Ausdehnung seiner Schlachtlinie zu begegnen und der Gefahr des Reiterangriffs durch die entschlossenste Offensive. Aus der Thalöffnung debouchirend ordnete er seine Hopliten, den linken Flügel hinter dem östlichen Abfall des Kotroni, mit diesem abschneidend, den rechten Flügel etwa 800 Schritt vom Meere. Die Schlachtlinie sollte ebenso lang wie die der Perser, dazu die Flügel sowohl Umfassungen zurückzuweisen als durchzudringen stark

[1] Paus. 1, 15, 3. 1, 32, 7.

[2] Meine frühere Ausführung, dass, wenn der Streit der Strategen im Lager stattgehabt, er nur darüber geführt sein könne: anzugreifen oder sich angreifen zu lassen, erhält durch den oben erbrachten Erweis des den Auszug befehlenden Psephisma Bestätigung dahin, dass er in der That hier und nur hierüber stattgefunden hat.

genug sein. Nach Herodot's Zeugniss stand das Centrum »in wenigen Gliedern, die Flügel wurden durch die Menge stark gemacht.« Nehmen wir an, dass neben der Aeantis ein zweiter Stamm auf dem rechten Flügel, auf dem linken Flügel neben den Plataeern ein dritter attischer Stamm stand, so befanden sich etwa 2000 Hopliten auf jedem Flügel, die in der gewöhnlichen Tiefe von 8 Schilden je 250 Schilde in der Front hatten. Nehmen wir den Rest des Heeres, sieben Phylen (wie Plutarch angiebt, waren die Antiochis und die Leontis unter diesen), rund 6000 Mann im Centrum vier Schilde tief geordnet an, so standen 2000 Schilde in der Front; den beschildeten Mann zu $3^1/_2$ Fuss angenommen, hatte diese eine Länge von 7000 Fuss. Die Knechte folgten als zweites Treffen. Es werden längere Schlachtlinien griechischer Hopliten, Fronten von mehr als 2500 Schilden erwähnt.[1]

In gleicher Ausdehnung, wie die angenommene von 7000 Fuss, musste die persische, aus leichten Truppen bestehende Infanterie gegen 3000 Mann in der Front haben, und Falls in Rotten von 20 Mann aufgestellt, gegen 60000 Mann zählen. Aber die Rotten werden schwerlich voll gewesen sein. Trifft diese Schätzung nach dem, was oben hierüber ausgeführt ist, zu, so war das gegenseitige Stärkeverhältniss kaum ein anderes, als das der Schlacht von Narva, in der 8300 Schweden 45000 Russen, deren Infanterie dazu durch Verschanzungen gedeckt war, gegenüber standen; war es ein ungünstigeres, so hatten die Athener im Nahgefecht den grossen Vortheil besserer Bewehrung,[2] und dazu galt doch auch damals: »ὅτι οὔτε πλῆθός ἐστιν οὔτε ἰσχὺς ἡ ἐν τῷ πολέμῳ τὰς νίκας ποιοῦσα ἀλλ᾽ ὁπότεροι ἂν ταῖς ψυχαῖς ἐρρωμενέστεροι ἴωσιν ἐπὶ τοὺς πολεμίους«.[3]

Der Aufmarsch der Athener und Plataeer erfolgte genau ostwärts der Thalöffnung, acht Stadien d. h. 4715 Fuss, rund 5000 Fuss weit der Front der Perser gegenüber (*II. H. J. J.*). Die Perser konnten, ihrer Absicht gemäss, ihn nicht stören wollen und hätten es auch nicht vermocht, da die Lochen nur einzuschwenken hatten, sobald die Plataeer den Abfall des Kotroni erreichten. Um im Vorgehen von den Reitern nicht angefallen und aufgehalten zu werden und möglichst schnell durch den Pfeilregen der Perser zu kommen, befahl Miltiades den Angriff im Lauf. 5000 Fuss werden von unseren Truppen im Laufschritt in neun Minuten zurückgelegt; die im Waffenlauf geübten Hopliten werden nicht längere Zeit gebraucht haben. Dazu war der linke Flügel bis zur Hälfte des zu durchlaufenden Raumes durch den Abfall des Kotroni gedeckt, der rechte Flügel ging nicht allzu-

---

[1] Xenoph. Anab. 1, 2, 15. 4, 8, 11.
[2] Herod. 9, 62.
[3] Xenoph. Anab. 3, 1, 42.

weit vom Strande vor; im Vorlaufen musste sich die Linie durch unvermeidliche Lockerung noch etwas verlängern und zwar wie immer bei den Griechen, durch Vornehmen der beschildeten linken Schulter nach rechts hin. Ist die Lesart bei Nepos: »namque arbores multis locis erant rarae« der anderen »arbores multis locis erant stratae« vorzuziehen,[1] standen damals auf dem sandigen Uferrand Bäume wie heut auf diesem nordwärts der Mündung des Canals Sutzo, ist die Lesart des Codex Monacensis: »acie e regione instructa nova arte vi summa« durch die andere: »acie regione instructa non apertissuma[2]« zu ersetzen, so widerspräche die Schilderung des Nepos der Örtlichkeit nicht: Miltiades ordnet die Schlachtreihe »sub montis radicibus« d. h. unter dem Abfall des Kotroni, »in einer nicht ganz offenen Gegend, in der Absicht, sowohl durch die Höhe der Berge gedeckt zu sein als durch den Baumstrich, die Baumstrecke« (tractu arborum; worunter wir dann Baumreihen am Strande zu verstehen hätten), »die Reiterei des Feindes und die Umschliessung durch Überzahl zu hindern«.

Die Beschreibungen des Gemäldes der Schlacht in der Poekile, in der Rede gegen die Neaera und bei Pausanias, lassen vier einander folgende Abwandlungen derselben erkennen: Die Athener und Plataeer gehen zum Handgemenge mit den Barbaren vor, der Kampf steht gleich, die Barbaren fliehen aus der Schlacht und stossen einander in den Sumpf; am äussersten Ende des Bildes sieht man die Schiffe der Phoeniker und die Hellenen, welche die Barbaren niedermachen, die in diese flüchten.[3]

Bei Herodot sehen die Perser die Athener anlaufen und bereiten sich, sie zu empfangen. Die Perser begannen ihre Schlachten nicht mit Anlauf und Handgemenge, sondern mit dem Ferngefecht. Das Fussvolk pflanzte angreifend oder abwehrend, im Angriff sobald es die Schussweite erreicht, in der Vertheidigung sobald der Feind in Schussweite kam, seine Holzschilde in den Boden und unterhielt hinter

[1] Muss rarae für stratae aufgenommen werden, so fällt damit der Widerspruch den ich früherhin in der Relation des Ephoros-Nepos von der Schlacht hervorgehoben habe, der Widerspruch, dass in einem Athem dem Miltiades die Offensive gegen den Feind und zugleich die Befestigung seiner Stellung beigelegt wird. Der Widerspruch gegen Herodot bleibt bestehen; er liegt darin, dass in Herodot's gesammter Erzählung das Hauptgewicht auf der Absicht der Perser liegt, gerade in der Ebene von Marathon zum Schlagen zu kommen, während Datis bei Nepos nicht schlagen will, weil ihm das Terrain für die Perser ungünstig erscheint und sich nur darum zur Schlacht entschliesst, um vor Ankunft der Spartaner zu schlagen: eine an sich nicht sehr wahrscheinliche Begründung und Herodot gegenüber um so weniger zu halten, als die Schlachtlinie der Perser den Athenern bekannt ist, ehe sie angreifen.

[2] Cod. Parcens.: nona partis summa: Cod. Gifanii: nova partis summa; Cod. Gudianus: nana partis summa.

[3] Ps. Demosth. in Neaeram p. 1377 R. Pausan. 1, 15, 3.

dieser Schutzwehr das Schützengefecht, bis man den Feind hinlänglich erschüttert glaubte, worauf dann die Reiter losgelassen wurden. So erwarteten die Perser auch hier den Anlauf der Hellenen. Der erste Stoss misslingt diesen; die Hopliten werden doch ziemlich athemlos an den Feind gekommen sein. Das Gefecht kam zum Stehen, d. h. es schob sich auf demselben Raume ein wenig vorwärts, ein wenig rückwärts. Es verging darüber, so sagt Herodot, lange Zeit.

Endlich kommen im Centrum, wo sich Datis und Artaphernes befunden haben werden — Xenophon sagt uns, dass die Befehlshaber der Perser sich stets in der Mitte der Schlachtreihe aufhielten, weil sie hier den sichersten Platz hätten und die Befehle am schnellsten nach beiden Seiten gelangten[1] — die Perser und Saken in Vortheil, auf beiden Flügeln aber dringen die tieferen Colonnen des Miltiades vor. Es wird nicht gleichzeitig auf beiden Flügeln geschehen sein, aber der Stoss, den rechts Kallimachos und Miltiades, links der Befehlshaber der Plataeer Arimnestos führten,[2] warf hier und dort die Perser nicht nur hinter die Charadra zurück; er muss energisch genug gewesen und weit genug fortgeführt worden sein, um die Gegner hier wie dort in wilde Flucht zu jagen, sie nicht nur in's Lager, sondern auf die Schiffe zu treiben, deren nächste auf dem oben bezeichneten Standorte doch nicht weniger als eine volle halbe Stunde hinter dem linken Flügel der Schlachtstellung der Perser lagen. Inzwischen haben die Perser und Saken das Centrum der Griechen nicht nur geworfen, sondern auch durchbrochen, die Knechte im zweiten Treffen werden niedergemacht, die Perser verfolgen, wie Herodot sagt, »ἐς τὴν μεσόγαιαν« d. h. in der Richtung auf Pallene. Umsichtig und glücklich haben indess Miltiades und Arimnestos die Verfolgung gehemmt — dass dies bei beiden Flügeln geschieht, beweist entweder, dass für den Fall des Erfolges der verstärkten Flügel das Maass der Verfolgung in der Disposition vorgesehen war oder dass die Flügel in der Verfolgung zusammentrafen — ihre Leute wieder geordnet, und führen diese nun dem vorgedrungenen Centrum der Perser in den Rücken. Wir müssen aus den Entfernungen und den Erfahrungen gut geübter Truppen schliessen, dass mehr als eine, dass vielleicht zwei Stunden vergangen sind, ehe die Flügel wieder geordnet zurückmarschirt waren, ehe sie das vorgedrungene Centrum der Perser im Rücken angreifen, oder es von beiden Seiten her fassen, den weichenden Ihrigen Ermuthigung bringen und Luft schaffen konnten.

Die geworfenen Flügel der Perser sind nicht weiter als bis in die Nähe des Lagers verfolgt worden. Dennoch wird persischer Seits nicht

[1] Anabas. 1, 8, 22.
[2] Pausan. 9, 4, 2. Thukyd. 3, 52.

versucht oder ohne Erfolg versucht, die Flüchtigen zum Stehen zu bringen und wieder zu ordnen; was dadurch zu erklären sein mag, dass sich Datis und Artaphernes, wie eben bemerkt, im Centrum befanden, und mit diesem vordrangen. Die Geschlagenen der Flügel und das Schiffsvolk durch deren Flucht sind in so starken Schrecken versetzt, dass die Trieren eiligst flott gemacht werden, die Flüchtigen sich in die vom Lande abstossenden Trieren stürzen. Der erfolgreich vordringende Kampf der Perser im Centrum, dann die Hemmung seines Vorstosses jenseit des zweiten Treffens der Hellenen durch die Rückkehr der Flügelcolonnen, endlich die Überwältigung des Centrums durch das nun wieder zusammenwirkende attisch-plataeische Heer, hat dem Schiffsvolk mit den Flüchtigen ausreichend Zeit gegeben, die Trieren vom Lande zu bringen. Als dann endlich die Perser und Saken überwältigt sind, als auch sie ins Lager, an die Schiffe fliehen, fanden diese Flüchtlinge wohl nur noch die am weitesten nordwärts gegen die tiefere Sumpfstelle im Norden und den See von Drakonera hin auf den Strand gezogenen Schiffe auf diesem. Die dem Schlachtfelde näheren werden selbstverständlich von den Flüchtigen der persischen Flügel gefüllt und überfüllt worden sein. Hier tritt der Moment ein, den das Schlachtbild in den aus der Schlacht fliehenden Persern zeigt, die einander in den Sumpf stossen, wo nach des Pausanias doch wohl aus dem Bilde geschöpfter Versicherung die meisten von ihnen fielen, in dem die auf die Schiffe der Phoeniker flüchtenden Barbaren von den Hellenen niedergemacht werden, in dem endlich jene sieben Trieren genommen wurden, die die Athener eroberten.

So gliedert sich der Verlauf der Schlacht von Marathon auf dem nunmehr der Untersuchung festen Boden bietenden Terrain. Dass die Reiter auf dem Schlachtfelde waren, welches nach Herodot's Zeugniss eben der Reiterei wegen gewählt war, dass sein Bericht sie als anwesend bezeugt, wie der des Ephoros bei Nepos, habe ich früherhin genügend ausgeführt. Die Nichterwähnung ihres Eingreifens in den Gang der Schlacht kann ich auch heute nicht besser erklären als damals. Der rasche Anlauf der Athener kam unerwartet, höchst überraschend. Der linke Flügel derselben war in der ersten Hälfte des Anlaufs durch den Kotroni gedeckt und hatte nur die vier letzten Stadien, d. h. vier oder fünf Minuten, in offenem Terrain zurückzulegen. So gab der Anlauf, wenn die Athener nicht stutzten als sie in den Pfeilschuss kamen, worauf persischer Seits jedenfalls gerechnet war,[1] kaum Zeit, die Reiter vor und gegen die hellenischen Flügel zu

[1] Xenoph. Anabas. 1, 8, 19.

bringen. Vielleicht erfolgte der Reiterangriff trotzdem, blieb jedoch unwirksam, wie der Angriff der »auserlesenen persischen Reiter« bei Plataeae schliesslich ohne Wirkung geblieben ist. Hier bei Marathon kamen die Linien augenblicklich zum Handgemenge; das Niederreiten des Gegners war damit nicht mehr ausführbar, nur etwa den Rücken der Athener zu molestiren war möglich. Kamen die Reiter nicht zum Angriff oder nur zu unwirksamen Versuchen, wurden sie durch die Flucht der beiden Flügel mit zurückgerissen, so hatten sie, da die hellenischen Flügel von der Verfolgung abstanden, Zeit, die Pferde in die Schiffe zu führen, da ihre Pferdeschiffe flachgebaute Fahrzeuge waren wie oben gezeigt ist. Von dem Moment des Innehaltens der attischen Flügel in der Verfolgung, bis zu dem, da das gesammte attische Heer nach Überwältigung des Centrums das persische Lager erreichen konnte, müssen mindestens drei Stunden vergangen sein; die Entfernung vom Soros bis zur Front des persischen Lagers beträgt eine volle Stunde, und die Entscheidung ist, wie oben gezeigt, wohl noch weiter von dieser entfernt, südwärts vom Soros gefallen. Wie sich dies aber verhalten haben mag, die Pferde, die nicht an Bord gebracht werden konnten, mussten den Athenern in die Hände fallen. Die Nichterwähnung dieser Beute, auch wenn sie gemacht wurde, genügt den positiven Angaben des Herodot und Ephoros gegenüber nicht zum Beweise, dass persische Reiter überhaupt nicht auf dem Schlachtfelde gewesen.

Die Unmöglichkeit, dass das geschlagene Heer der Perser, nach dem Verluste von gegen 6400 Todten, dazu wohl zahlreicher Verwundeter, in voller Auflösung auf die Schiffe zurückgeworfen, endlich noch mit den eingeschifften Gefangenen von Eretria desselben Tages auf der Höhe von Phaleron geankert haben könne, was überdies Herodot gar nicht angiebt, — er spricht nur von schnellem Rückmarsch der Athener — habe ich früherhin ausreichend nachgewiesen. Der Rückmarsch am Schlachttage nach Athen, dem zu Liebe die Schnelligkeit der Perser erfunden ist, gehört zu den offenbarsten Ausschmückungen der That von Marathon, die solcher in Wahrheit nicht bedurfte. Nicht vor dem Abend des zweitnächsten Tages nach der Schlacht konnte auch bei grösster Thätigkeit und Schnelligkeit die Perserflotte vor Phaleron ankommen, wohl aber konnte Datis auch an einem späteren Tage unerwartet bei Sunion wenden und mit gutem Winde und voller Ruderkraft rasch die Höhe des Phaleron erreichen, und Miltiades, der das Ostufer Attika's nicht verlassen durfte, bevor der Sund von den Persern geräumt war — was bei Marathon misslungen, konnte bei Brauron wiederum versucht werden — dadurch zum Schnellmarsch nach Athen genöthigt werden. Die Landung Angesichts

des auf dem Lykabettos gelagerten siegreichen attischen Heeres, das nun durch den Zuzug der Spartaner und durch die städtische Mannschaft verstärkt war, mit geschlagenen Truppen zu erzwingen, wurde zu schwer befunden und war es in der That. Es war wohl auf eine Bewegung zu Gunsten des Hippias in der Stadt gerechnet, dessen Anhang durch die drohende Nähe der grossen Armada ermuthigt werden sollte. Da solche nicht eintrat, musste sich Datis zum Rückzuge entschliessen.

Ausgegeben am 27. April.

1886.
XXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

15. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. AUWERS i. V.

1. Hr. BEYRICH legte eine Abhandlung des Hrn. Dr. F. NOETLING vor: über das Vorkommen der Juraformation am Hermon.

2. Hr. VIRCHOW überreichte einen Bericht des Hrn. Dr. ARNING aus Honolulu vom 15. März über seine Untersuchungen des Aussatzes auf den Sandwich-Inseln.

Danach ist der Bacillus leprae in allen Fällen sowohl von Tuberkeln, als von diffusen Schwellungen bei knotigem Aussatz, nicht nur in der Haut, sondern auch in den Schleimhäuten des Mundes, des Schlundes, der Nase, des Mastdarms und des Dickdarms, aufgefunden worden. Diese Schleimhautaffectionen erweichen, brechen auf, bilden Geschwüre und ihre Absonderung enthält zahlreiche Bacillen. Insbesondere wurden diese in dem Speichel, dem Nasenausfluss und den Faeces nachgewiesen. Dagegen fehlten sie bei Lepra anaesthetica constant in den anaesthetischen und chronisch-ulcerösen Stellen der Haut und der Knochen, sowie in den hellrothen Flecken der ersten Anfälle, während sie in den Nerven dieser Theile regelmässig enthalten waren. Niemals konnten Bacillen im Harn und Blut nachgewiesen werden.

Alle Versuche, künstliche Züchtungen des Bacillus oder Übertragungen der Lepra auf Thiere zu erzielen, waren vergeblich. Dr. ARNING schliesst aus seinen Versuchen, dass der Bacillus leprae auf den Menschen beschränkt sei, dass er entweder direct von Individuum zu Individuum, oder (was bis jetzt noch in keiner Weise nachgewiesen ist) indirect,

durch Sporenbildung ausserhalb des Menschen, übertragen werde und, dass jeder Kranke als ein gefährlicher Herd der Ansteckung zu gelten habe.

In klinischem Sinne ist es wichtig, dass es gelang, eine grosse Reihe von Abortivformen des Aussatzes aufzufinden, welche nur einzelne Symptome der Krankheit zeigten, meist Störungen im Nervensystem.

Mittheilungen über therapeutische und hygienische Erfahrungen schliessen sich daran.

Hr. Arning gedenkt im Frühsommer zurückzukommen.

3. Hr. Virchow giebt ferner Kenntniss von dem plötzlichen Verschwinden der beiden Lavaseen in dem Krater des Vulkans Kiliauea auf Hawaii. Er zeigt Photographien derselben, welche Hr. Dr. Richard Neuhauss vor zwei Jahren aufgenommen hat. Nach dem Briefe des Hrn. Arning und nach Zeitungsberichten, welche derselbe zugleich eingesandt hat, sind beide Seen, der Halemaumau und der »Neue See«, welche ganz mit glühender Lava gefüllt waren, nachdem sie seit dem letzten Herbst in lebhaftester Bewegung gewesen, in der Nacht vom 6. auf den 7. März plötzlich verschwunden, wie ein Bericht sagt, *dropped out*, indem die Lava im Grunde spurlos versunken ist. Hr. Arning sah noch im October »den wunderbaren Anblick in vollster Glorie«; im December und Januar steigerte sich die vulkanische Thätigkeit und das Versinken der Lava erfolgte endlich unter gewaltigen Erdstössen, von denen in der Schreckensnacht 43 gezählt wurden. Dem Versinken der Lava folgte der Zusammensturz der Wände, welche am Halemaumau eine Höhe von 5—600′ hatten. Im Neuen See sieht man eine grosse Höhlung, deren Grund fast 500′ unter dem früheren Spiegel der Lava liegt.

Die äussere Haut und die Seitenorgane des Zitterwelses (*Malopterurus electricus*).

Von Prof. G. Fritsch.

(Vorgelegt von Hrn. E. du Bois-Reymond am 1. April [s. oben S. 355].)

Unter den mannigfachen Räthseln, welche die Fischwelt uns noch darbietet, hat in den letzten Jahren wohl keins die Anstrengungen der Forscher so sehr in Anspruch genommen, wie die Natur und Bedeutung der sogenannten Seitenorgane. Namen vom besten Klang sind unter denen, die sich damit beschäftigt haben, und schöne Ergebnisse wurden gewonnen; freilich lag es ausser dem Bereich der Möglichkeit, manche der einschlägigen Fragen zu erledigen, und dieser bedauerliche Zustand wird auch wohl so bald nicht beseitigt werden. Ich erinnere hier nur an die verdienstvollen Arbeiten von Kölliker, Max Schultze, Leydig, Merkel, Solger, und vor allem an diejenigen von Hrn. Franz Eilhard Schulze. Was ich zur Förderung unserer Kenntniss dieses Gebietes beizutragen vermag, erscheint freilich nur als ein bescheidenes Scherflein, um so mehr, als ich mich in den wesentlichsten Grundzügen mit meinen Vorgängern, zumal mit Hrn. Eilhard Schulze, in Übereinstimmung befinde; indessen ist der Aufbau der Seitenorgane des Zitterwelses, welchen ich im Folgenden zu beschreiben gedenke, so eigenartig und dabei so neu, dass ich ihn der Mittheilung an die Akademie doch für werth hielt. Eine Entscheidung über die noch so dunkle Function jener Organe, wird unstreitig dadurch gefördert, dass eine möglichst umfangreiche Vergleichung der mannigfachen Anordnungen es erlaubt, das Wesentliche von dem Unwesentlichen in der Organisation zu sondern.

Aus früheren, von mir an dieser Stelle niedergelegten Bemerkungen dürfte noch erinnerlich sein, dass ich gerade der Ausbildung der Haut und der zu ihr gehörigen Organe mit Rücksicht auf die Entstehung des elektrischen Gewebes beim Zitterwels eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen hatte. Dies erwies sich um so mehr nöthig, als sich herausstellte, dass die Haut des Zitterwelses trotz der reichlichen Litteratur über denselben in histologischer Beziehung als ein völlig

unbekanntes Gebilde zu betrachten war. Man kann wirklich sagen, dass die einzigen darüber vorhandenen, von Bilharz herrührenden Notizen den thatsächlichen, anatomischen Verhältnissen nur so weit entsprechen, wie etwa Leder dem Fell, aus welchem es hergestellt wurde.

Die Schwierigkeit der Conservirung scheint die Autoren verhindert zu haben, sichere Einblicke in den Aufbau der hier besonders reichlich vorhandenen zelligen Elemente zu gewinnen. Bilharz' Figur[1] zeigt also nicht die Haut des Fisches, sondern das nackte Corium. Betrachtet man die Haut eines gut conservirten Zitterwelses bei Lupenvergrösserung, so sieht man dieselbe dicht besetzt mit kegelförmigen Zotten, welche in quer zur Längsaxe des Thieres angeordneten undeutlich begrenzten Gruppen stehen. Die Spitzen der Zotten verjüngen sich plötzlich etwas stärker und diese dünneren Spitzen legen sich leicht zur Seite, weil hier die stärkere Abnutzung der zelligen Elemente eine theilweise Entblössung der bindegewebigen Unterlage herbeiführt. Zwischen den breiteren, basalen Enden der Zotten erscheinen rundliche oder unregelmässig polygonale Öffnungen, welche zu schlauchförmigen Vertiefungen im Epithel führen.

Dieses höchst merkwürdige, bisher gänzlich unbeachtet gebliebene Verhältniss macht das Bild der äusseren Haut des Fisches ganz dem ähnlich, wie es die schwach vergrösserte Darmschleimhaut eines Warmblüters mit den Lieberkühn'schen Schläuchen zwischen den Zotten abgiebt. Die mikroskopische Untersuchung bestätigt die Realität des gewonnenen Bildes, und widerlegt die vielleicht auftauchende Annahme, man habe es mit Ausfall von Elementen durch Maceration oder durch die Conservirung zu thun. Die Zotten zeigen ihre grösste Höhe und Regelmässigkeit an den Seiten des Rumpfes, sie werden undeutlich gegen den Schwanz sowie gegen den Kopf des Thieres hin, und sind auf der Schnauze nicht ausgebildet; auf den Flossen ist ihre Verbreitung wechselnd. Entnimmt man das zu untersuchende Stück Haut der Gegend der Seitenlinie, so findet man deren Verlauf gekennzeichnet durch niedrigere, weniger zahlreiche Zotten, zwischen denen das Seitenorgan als leicht erhabener Streifen sichtbar wird. Auf der Seitenlinie erheben sich cylindrische Röhren, wie Schornsteine in gewissen, meist ziemlich regelmässigen Abständen, welche sich im oberen Theil gewöhnlich umlegen und mit einem gelappten Rand endigen.

In dem besonderen, hier in's Auge gefassten Fall, etwas hinter der Körpermitte, betrug der Abstand des einen Schornsteins vom

[1] Das elektrische Organ des Zitterwelses. Taf. IV. Fig. 2.

nächsten rund 2^{mm} bei einer Gesammtlänge des Fisches von 26^{cm}. Nimmt man mit Bilharz an, dass der Zitterwels 42 Wirbel habe, so ergäbe sich, nach Abzug von Kopf und Schwanz, für einen mittleren Wirbel die Länge von 4.4^{mm}. Die Vertheilung der Röhren auf die Metameren des Körpers würde also so aufzufassen sein, dass auf jedes Metamer zwei Röhren entfallen; da die zarten Organe leicht verloren gehen, und gegen den Schwanz zu überhaupt niedrig werden, so würden die zu beobachtenden Unregelmässigkeiten dies Vertheilungsgesetz nicht entkräften können.

Hr. Leydig[1] hat in seinen Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere (Bonn 1883) »Papillen« von indischen Cyprinoiden abgebildet, welche den hier beschriebenen auffallend ähnlich sehen, aber solide sind; doch vermuthet auch in ihnen Hr. Leydig Träger von Sinnesorganen. Solche solide Papillen, nur unregelmässiger und unvollkommener entwickelt als die Röhren der Seitenlinie, finden sich zuweilen auch beim Zitterwels zwischen den gewöhnlichen Zotten hier und da eingestreut; bisher konnte ich noch nicht feststellen, ob diesen ebenfalls eine besondere Bedeutung zukommt.

Hr. Eilhard Schulze[2] hat den Nachweis geführt, dass die Epithelien der äusseren Körperbedeckungen bei den im Wasser lebenden Thieren sich durch cuticulare Säume abgrenzen, während bei den in der Luft Lebenden der Verhornungsprocess Platz greift. Durch diese Untersuchungen hat man die Möglichkeit gewonnen, im gegebenen Falle über die Vollständigkeit oder Unvollständigkeit eines vorliegenden Praeparates der Epidermis zu urtheilen. Bei der so ausserordentlich gebrochenen Oberfläche der Haut des Zitterwelses lässt sich indessen dieser Maassstab der Beurtheilung nur schwierig anwenden. Die Betrachtung des Hautdurchschnittes unter dem Mikroskop zeigt die basalen Theile der Zotten häufig unvollkommen begrenzt durch gleich zu beschreibende Zellen, auf denen ein zarter cuticularer Saum nur andeutungsweise erscheint, die Zellen selbst haben vielmehr im Ganzen einen cuticularen Charakter angenommen. Im oberen, verjüngten Theil der Zotten liegen die tieferen Epithelzellen meist nackt, die Begrenzung wird unregelmässig, stellenweise erscheint wegen des Abhandenkommens der untersten Zellen sogar die bindegewebige Grundlage.

Die eigentliche Epidermisoberfläche zwischen den Zotten, sowie die oberen Bänder der schlauchförmigen Einsenkungen, welche die Epithelschicht etwa für ein Drittel bis zur Hälfte ihrer Dicke durchsetzen, zeigen überall, wo das Praeparat wohl erhalten ist, eine gleich-

[1] A. a. O. Taf. I Fig. 8 und 9.
[2] Epithel und Drüsenzellen. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. III. 1867.

artige, ganz charakteristische Zellabgrenzung; dadurch wird der Beweis geführt, dass die schlauchförmigen Vertiefungen thatsächlich praeformirte Bildungen sind.

Das mikroskropische Bild enthüllt vier deutlich unterschiedene Zellkategorien, von welchen drei sich ohne Schwierigkeit mit solchen identificiren lassen, die bei anderen Fischen beschrieben wurden; die vierte Zellform, deren verwandte Elemente auch sonst vorhanden sind, die aber in sehr wechselnder Menge auftreten, scheint sich beim Zitterwels besonders zahlreich zu entwickeln, was jedenfalls mit der ganz eigenthümlichen Ausbildung der Haut im Zusammenhang steht. Die Möglichkeit erscheint nicht ausgeschlossen, dass diese vierte Zellkategorie ihrer Entstehung nach der Epidermis ursprünglich überhaupt fremd ist, worauf sogleich zurückzukommen sein wird.

1. Die Kolbenzellen.

Als sich mir in Cairo bei der Untersuchung des Zitterwelses unerwarteter Weise eine eingehende Vergleichung der Hautstructur nothwendig machte, konnte ich eine vollständigere Berücksichtigung der einschlägigen Litteratur nicht vornehmen und berichtete über die ersten Ergebnisse der Untersuchung ohne auf meine Vorgänger ausser Hrn. Leydig[1] Bezug zu nehmen. Es gereicht mir nun zu besonderer Genugthuung und Freude, constatiren zu können, dass die von mir damals aufgestellte Vergleichung[2] der eigenthümlichen kolbenförmigen Zellen der Malopterurushaut mit einzelligen Drüsen für entsprechende Bildungen beim Neunauge bereits von Hrn. Kölliker[3] im Jahre 1858 veröffentlicht wurde, der sie unter dem Namen »Schleimzellen« beschrieb; ferner dass die von Max Schultze[4] gegebene Beschreibung des Verhaltens feiner Nervenfasern zu denselben und der wahrscheinlichen Endigung an ihnen in hohem Maasse dem entspricht, was ich an homologen Elementen des Zitterwelses vorfand. Anstatt der Bezeichnung »Schleimzellen« schlug der letztgenannte Autor die treffendere Bezeichnung »Kolbenzellen« vor, welche späterhin auch von Hrn. Eilhard Schulze[5] in seinen umfassenden Untersuchungen über die Fischhaut acceptirt wurde. Auch dieser glaubte ihnen einen Drüsencharakter und secretorische Function beilegen zu müssen, weshalb es schwer

[1] Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. III. 1851, S. 2.
[2] Monatsberichte der Akademie 1881, S. 1156.
[3] Verhandl. d. physik. mediz. Gesellschaft in Würzburg Bd. VII, S. 193.
[4] Die kolbenförmigen Gebilde in der Haut von *Petromyzon* und ihr Verhalten im polarisirten Lichte. Archiv für Anatomie und Physiologie 1861, S. 228.
[5] A. a. O. S. 156.

zu verstehen ist, wie der neueste Autor über diesen Gegenstand, Hr. Foettinger,[1] meinen kann, Hrn. Eilhard Schulze widerlegt zu haben, während er doch selbst zu dem Ergebniss kommt: »chaque massue est une cellule glandulaire«.... Es hat keinen Zweck, auf die Besonderheiten einzugehen, welche namentlich bei dem letztgenannten Autor die Kritik stellenweise stark herausfordern, da es sich hier nicht um die Kolbenzellen des Neunauges handelt; auf das nämliche Untersuchungsobject bezieht sich auch die Arbeit des Hrn. Langerhans,[2] welche über die Kolbenzellen weitere Fortschritte der Erkenntniss nicht verzeichnet.

Von den angeführten Autoren hat Hr. Eilhard Schulze allein ausführliche Angaben über solche Elemente bei einigen anderen Knochenfischen gemacht, unter denen auch der gewöhnliche Wels aufgeführt wird. Dabei ergiebt sich die höchst auffallende Thatsache, dass während Hr. Eilhard Schulze beim Wels die Kolbenzellen einkernig fand, beim Zitterwels wie beim Neunauge jeder normal gebildete Kolben ausnahmslos Zwillingskerne führt. Die beiden Kerne erscheinen durchaus gleichwerthig, bläschenförmig mit Kerngerüst und deutlichem Kernkörperchen; Durchschnittsgrösse = 0.015^{mm}. Das Zellprotoplasma ausgebildeter Elemente fand ich hier wie es bei den anderen Fischen beschrieben wurde, eigenthümlich glänzend, feinkörnig bis grobkörnig, stark lichtbrechend. Weder Querstreifung des Halstheiles (Max Schultze) noch lamellöser Bau (Foettinger), den das Zellprotoplasma bei Petromyzon nach Einwirkung bestimmter Chemikalien zeigt, wurde hier beobachtet.

Die Gestalt der Zelle, sowie ihre Stellung zwischen den benachbarten Elementen ist grossen Schwankungen unterworfen, doch kann man beim *Malopterurus* sich kaum der Überzeugung verschliessen, dass die wesentlichen Abweichungen auf besondere Phasen der Entwickelung solcher Elemente zu beziehen sind.

Auf der Höhe ihrer Ausbildung reicht die Kolbenzelle des Zitterwelses von dem Corium bis nahe an die Oberfläche der Epidermis, wo ihr kolbiger Theil gegen die oben erwähnten, schlauchförmigen Vertiefungen andrängt. Der verschmälerte Hals sitzt aber auf dem Corium hier niemals breit auf, sondern stets nur mit einem oder mehreren Fortsätzen der Zelle. Die Differenzirung des Protaplasma's steht jedenfalls im Zusammenhange mit der Function der Zellen; während es im Hals unterhalb der Zwillingskerne grobkörnig erscheint, entwickelt sich oberhalb derselben ein mit klarem Inhalt erfüllter

[1] Recherches sur la structure de l'épiderme des *Cyclostomes*. Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 2me série. t. LXI. No. 3. 1876, p. 33.

[2] Untersuchungen über *Petromyzon Planeri*.

Raum, der eine ganz ungleiche Ausdehnung zeigt. Je grösser er ist, um so tiefer sind meistens die Kerne gegen den Hals des Kolbens zurückgedrängt. Das feinkörnige Protoplasma, welches den helleren Raum oben umgiebt, zeigt girandolenartig ausgebreitete stärker färbbare Partikelchen eingesprengt.

In diesem Stadium hat die Zelle keine Grenzmembran, dagegen entsteht der Anschein einer solchen durch Schrumpfung, wenn es überschritten ist, zunächst am oberen, kolbigen Theil. Häufig sieht man in den Schnittpraeparaten unvollständige, oder im Zerfall begriffene Zellen, oder Lücken, wo offenbar Kolbenzellen ausgefallen sind, aber niemals wurde eine sonst wohl erhaltene Zelle mit einer Öffnung des inneren Raumes nach dem kolbigen Ende zu beobachtet. Es ist mir daher wahrscheinlich geworden, dass die Kolben, wenn die innere Spannung zu gross geworden ist, platzen, und dass Entleerung des flüssigeren Inhaltes in die benachbarten epidermoïdalen Schläuche stattfindet; die Zelle wird dann zusammensinken, der Hohlraum verschwinden und durch die Schrumpfung ein Umriss deutlich werden, wie man ihn an solchen schmalen, oben unvollständigen Kolben öfters sieht.

Der Rest der Zelle geht dann wahrscheinlich zu Grunde und so können die tief bis zum Corium herabreichenden Lücken, welche öfters in den Praeparaten gefunden werden, auf natürliche Weise entstehen; die Möglichkeit ist aber nicht ausgeschlossen, dass noch lebensfähige Kolben mit erhaltenen Kernen sich von den Resten aus wieder neu aufbauen.

Thatsächlich finden sich unter den anderen Epidermiszellen gelegentlich grössere Zellen mit blassen, aber deutlich bläschenförmigen Zwillingskernen von geringerer Grösse, welche, selbst noch sehr zart, von einem ebenfalls noch wenig lichtbrechenden, wenn auch schon erheblich umfangreichen Protoplasmakörper umlagert sind. Die zum Corium gehenden Fortsätze sind an ihnen wegen ihrer Blässe noch schwer kenntlich. Ich nehme keinen Anstand, diese Bildungen als jugendliche, in Ausbildung begriffene Kolbenzellen in Anspruch zu nehmen, da kein anderes Zellelement der *Malopterurus-Epidermis* wirkliche Zwillingskerne besitzt.

Was nun die Bedeutung der Kolben für den Organismus anlangt, so war es mir sehr erfreulich zu lesen, dass auch die anderen, neueren Autoren, wie Hr. Eilhard Schulze und Foettinger, ihnen den drüsigen Charakter beilegen, so dass Ersterer sie den Hauttalgdrüsen der luftathmenden Wirbelthiere vergleicht. Ich habe ihnen bekanntlich vermuthungsweise eine Gleichheit der embryonalen Anlage mit den Elementen des elektrischen Organs und ebenfalls drü-

sigen Charakter vindicirt, ohne mich über die Natur des Secretes, welches die Kolben vielleicht liefern möchten, näher zu äussern; auch jetzt möchte ich eine bestimmte Aussage darüber zurückhalten.

Im Hinblick auf die erwiesen musculären, elektrischen Organe von *Torpedo*, *Gymnotus* und *Mormyrus* ist es gewiss höchst bemerkenswerth, dass auch bei Kolbenzellen Querstreifung beobachtet wurde, und dass Max Schultze sich dadurch veranlasst sah, sie thatsächlich als Endapparate »vielleicht musculöser Natur« hinzustellen.[1] Hr. Eilhard Schulze hat im Anschluss daran die Vermuthung ausgesprochen, die Zellen möchten zur zeitweisen Entleerung der beschriebenen Hohlräume in ihnen unter dem Nerveneinflusse active Contraction bewerkstelligen.[2]

Konnte ich auch unter den mir von den Verhältnissen vorgeschriebenen Praeparationsmethoden an den Kolben des Zitterwelses Querstreifung nicht selber constatiren, so liegt es doch auf der Hand, eine wie mächtige Stütze die von mir aufgestellte Vermuthung der gleichartigen Abstammung von Kolbenzellen und elektrischen Platten durch die angeführten Beobachtungen finden muss.

2. Die Becherzellen.

Die Becherzellen, deren genauere Kenntniss die Wissenschaft wiederum Hrn. Eilhard Schulze verdankt, nachdem sie früher von Hrn. Leydig[3] als »Schleimzellen« erwähnt wurden, finden sich auch in der Fischhaut in grosser Verbreitung. Als ich mich in meinem oben erwähnten, vorläufigen Bericht auf Hrn. Leydig's Angabe über die Aalhaut bezog, war ich der Überzeugung, dass der Ausdruck »Schleimzellen« im Sinne Kölliker's gebraucht sei und auf Kolben hindeutete. Da nach Hrn. Eilhard Schulze's Untersuchungen in der Aalhaut sowohl Kolben wie Becherzellen vorkommen, so ist es mir zweifelhaft geworden, welcher Kategorie die von Hrn. Leydig am angeführten Orte seiner Histologie abgebildeten Elemente angehörten. Wahrscheinlich vereinigte er damals beide Kategorien unter demselben Namen, da er sie als Blasen mit einem bald zähen, körnigen, bald mit ganz hellem Fluidum beschreibt. Auch Hr. Leydig vermuthet, dass sie durch Platzen ein Secret entleeren und dadurch gewissen einzelligen Drüsen der Wirbellosen sehr ähnlich werden. Durch

[1] A. a. O. S. 290.
[2] A. a. O. S. 161.
[3] Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. III, S. 2; — Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere 1857, S. 96.

den treffend gewählten Namen »Becherzellen« wird solcher Zweifel, was gemeint sei, fernerhin vermieden; der Name deutet eben an, dass es Zellen sind, welche nach Entleerung ihres schleimigen Inhaltes durch die an der oberen Fläche sich bildende Öffnung die Form eines Bechers annehmen, in dessen Tiefe der Kern, umgeben von etwas körnigem Protoplasma gefunden zu werden pflegt. Bevor diese Zellen an der Epidermisfläche in ihrer typischen, vollentwickelten Gestalt erscheinen. lassen sie sich bei den Fischen als helle, rundliche Zellen erheblicherer Grösse zwischen den anderen Elementen nachweisen.

Die Verbreitung dieser schleimhaltigen Becherzellen ist beim Zitterwels keine sehr grosse; sie finden an den schmalen Zwischenräumen der Zotten, auf dem durch die Schläuche unterbrochenen Terrain kaum ein geeignetes Plätzchen, um sich in der regelmässigen, man möchte sagen bequemen Weise auszubilden, wie es an anderen Fischen von Hrn. Eilhard Schulze beschrieben und abgebildet wurde. Sie sind vielmehr in der bei weitem grössten Zahl an die abhängigen Flächen der Zotten verwiesen, viel seltener begegnet man ihnen in den Zwischenräumen der Zotten; sie entwickeln auch nicht die charakteristische Bechergestalt, sondern bleiben rundliche, blasige Räume, welche vermuthlich sehr schnell ihren Lebenslauf vollenden, um gänzlich ausgestossen und durch Nachfolger ersetzt zu werden.

Ich schliesse mich vollständig der von Hrn. Eilhard Schulze entwickelten Ansicht an, dass die Becherzellen sich in den mittleren Lagen der Epidermis aus gewöhnlichen Epidermiszellen unter Quellung des Inhaltes derselben entwickeln,[1] bin aber veranlasst auf diesen Vorgang aus gleich zu erörternden Gründen für den vorliegenden Fall besonderen Nachdruck zu legen.

Die Grösse der rundlichen Becherzellen beim *Malopterurus* ist eine ziemlich gleichmässige. nämlich 0.02^{mm}. Der häufig unregelmässige, zackige oder mehr rundliche Kern färbt sich oft auffallend lebhaft mit Haematoxylin. An abgeplatzten Fetzen der obersten Epithelschicht sieht man gelegentlich die zu vergangenen Becherzellen früher gehörigen, etwa halb so grossen Öffnungen.

3. Die gewöhnlichen Epidermiszellen.

Die gewöhnlichen Epidermiszellen, welche vom Corium bis gegen die Oberfläche der Haut die Hauptmasse der zelligen Elemente darstellen und die auch sonst als Riff- und Stachelzellen gerade bei den Fischen in charakteristischen Formen angetroffen werden, sind beim

[1] A. a. O. S 150.

Zitterwels ebensowenig zu verkennen. Ihre Gestalt ist nur durchschnittlich gestreckter, in der basalen Schicht cylindrisch, darüber spindelförmig bis gegen die obersten Lagen hin, wo die Zellen unregelmässig polygonal werden. Es verräth sich dadurch die Abhängigkeit der Gestalt von dem Aufbau der Elemente. Das Terrain der Epidermiszellen, eingeengt durch die massenhaften Kolbenzellen, sowie durch die schlauchförmigen Einsenkungen der Oberfläche, wird weiterhin verkleinert durch die zur bindegewebigen Grundlage der Zotten emporstrebenden Coriumfasern. Es bleiben ihnen beim Zitterwels also durchweg zwischen anderen Elementen nur so enge Thäler übrig, wie sich etwa an der Haut anderer Wirbelthiere zwischen sehr hoch entwickelten Papillen finden, wo gleichfalls auch die auf die tiefste Lage folgenden Zellen noch sehr in die Länge gestreckte Gestalt zeigen.

Allerdings sind die Epidermiszellen der Zotten ebenfalls sehr länglich gebildet.

Der abgeplattete Kern dieser Zellform ist oval oder rund, von bläschenförmigem Charakter, häufig undeutlichem Kernkörperchen, und überall arm an Chromatin, besonders aber in den obersten Lagen, wo die Kerne auch an sonst kräftig gefärbten Praeparaten wie runde Lücken der Zellen erscheinen. Ihre wenig variirende Grösse beträgt 0.005^{mm}, die der ganzen, im Gegentheil sehr variabeln Zellen, im grossen Durchmesser 0.014^{mm} bis 0.027^{mm}, im kleinen etwa 0.006^{mm} bis 0.008^{mm}.

4. Die Kornzellen.

Sehen wir zu, was ausser den bereits erwähnten histologischen Elementen in der Fischepidermis beschrieben wurde, so begegnen wir in der älteren Litteratur und auch später noch den sogenannten »Körnerzellen«, räthselhaften Gebilden, welche zuerst von Hrn. Kölliker[1] in der Haut der Neunaugen beschrieben und benannt wurden. Es scheint, dass homologe Theile bei anderen Fischen bisher nicht aufgefunden sind, und auch beim *Malopterurus* war nichts Ähnliches in der Epidermis zu entdecken, wohl aber an besonderen, weiter unten zu beschreibenden Örtlichkeiten.

Ferner hat Hr. Langerhans[2] in seinen Untersuchungen über *Petromyzon Planeri* »einzelne Rundzellen« erwähnt, welche durch die ganze Epidermis verstreut gefunden werden sollen. Hr. Langerhans

[1] Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschr. u. s. w. Bd. I. Heft 1, S. 7.
[2] A. a. O. S. 16; Taf. I. Fig. 11.

nimmt sie im Anschluss an eine Angabe von Hrn. Leydig[1] als »zusammengezogene Chromatophoren« in Anspruch, was doch als ein *Lucus a non lucendo* erscheinen muss, so lange weder active Contraction noch ein specifisches Pigment an ihnen nachgewiesen ist. Viel näher scheint es mir zu liegen, dabei an die erst neuerdings von Hrn. List[2] beschriebenen Elemente zu denken, welche er als wandernde Leukocyten auffasst. Was auch immer die Rundzellen des Neunauges sein mögen, so viel steht fest, dass Hr. List bei *Cobitis* die nämlichen histologischen Elemente vor sich gehabt hat, die ich beim Zitterwels in ausserordentlich grosser Anzahl und Verbreitung antraf.

Für dieselben möchte ich im Hinblick auf ähnliche Bildungen in anderen Organen vorläufig den Ausdruck »Kornzellen« gebrauchen, bis es sichergestellt ist, wo sie eigentlich unterzubringen sind. Folgende Merkmale sind in Bezug auf Anordnung und Bau an ihnen charakteristisch. In der auffallend lockeren, von breiten Intercellularräumen durchbrochenen Epidermis des Zitterwelses finden sich rundliche, stark lichtbrechende, sehr chromatinhaltige Körner von 0.004^{mm} mit einem meist deutlichen, punktförmigen Granulum versehen, welche besonders unmittelbar auf dem Corium zwischen den Zellen des Rete in kleineren oder grösseren Gruppen vereinigt (etwa bis zu 20) und von einer klaren Substanz umgeben sind. Isolirte solche Körner oder Kerne aus dieser Gegend zeigen die umgebende Substanz als einen schmalen, wahrscheinlich durch Gerinnungserscheinungen unregelmässigen Hof, so dass also das ganze Gebilde den Charakter einer unvollkommen entwickelten Zelle trägt. Zwischen den basalen Zellen der Zottenepidermis fehlen die Kornzellen oder finden sich doch nur ganz vereinzelt; dasselbe gilt von der Epidermis des Vorderkopfes.

Ein genaues Studium der Praeparate lehrt, dass diese Elemente unter stärkerer Ausbildung des ihnen anhaftenden Protoplasma's zwischen den gewöhnlichen Epidermiszellen in meist kleineren Gruppen, zwei bis fünf an der Zahl, oder einzeln aufwärts rücken und in den höheren Lagen der Epidermis als Zellschollen mit geschrumpftem, aber noch immer stark durch Haematoxylin tingirbarem Kern gefunden werden.

Solche kleine Zellschollen der mittleren und oberen Epidermisschichten sind histologisch nicht mehr von den platten, cuticular metamorphosirten Schüppchen zu unterscheiden, welche beim Zitter-

[1] Über Organe des sechsten Sinnes. A. a. O. Taf. II. Fig. 13 bei e.
[2] Studien an Epithelien. I. Über Wanderzellen im Epithel. Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. XXV. 1885, S. 264.

wels zwischen den Zotten und am basalen Theil derselben auf der Hautoberfläche gefunden werden.

Hrn. List's Befund stimmt in den wesentlichen Punkten vollständig mit dem meinigen überein, nur kamen ihm ausser den runden Formen der Kerne auch zahlreiche unregelmässige und in die Länge gezogene zur Beobachtung. Das zu den Kernen gehörige, klare Protoplasma konnte er nicht sehen, doch verrieth es wohl seine Existenz genügend durch die Art und Weise, wie die Kerne sich in Ausschnitte der benachbarten Zellen gelegentlich einlagerten.[1] Die Eigenthümlichkeit des Aussehens, der Verbreitung und Umbildung muss das Bedenken erwecken, ob die fraglichen Gebilde wirklich als Leukocyten anzusprechen sind, mich wenigstens hat die Beobachtung des unbedeutenden Protoplasmakörpers der Kornzellen besonders in den tiefsten Epithellagen über die solcher Deutung entgegenstehenden Zweifel nicht hinweggebracht. Die Leukocyten haben der Regel nach auch bei den Fischen doch einen grösseren Kern und granulirtes Protoplasma; wenn dieselben ausserdem zwischen die Epithelzellen eingewandert sein sollen, so darf man nicht erwarten, dass ihr Vorkommen an der Basis des Epithels plötzlich fast gänzlich aufhört. Hr. List hat auch, seiner Angabe zufolge, die gleichen Elemente bei *Cobitis fossilis* zahlreich zwischen den Coriumfasern angetroffen, ich selbst kann dies aber bei *Malopterurus* durchaus nicht behaupten. Während sie zwischen den Basalzellen der Epidermis so massenhaft angehäuft sind, findet sich in der unmittelbaren Nachbarschaft zwischen den Coriumfasern kaum ein vereinzeltes Element, welches möglicherweise als gleichartig aufgefasst werden kann. Zur Entscheidung über die Natur dieser Gebilde frägt es sich ferner, was aus ihnen wird, wenn sie die Oberfläche erreicht haben? Hr. List ist durchaus consequent, wenn er im Anschluss an andere, sichergestellte Angaben über Wanderzellen im Epithel (Stöhr, Bockendahl) annimmt, sie würden zu Schleimkörperchen im Schleim der Haut; aber ich kann nicht verhehlen, dass an meinem Material der Augenschein dieser Vermuthung wenig entspricht. Zu solchem Vorgang gehört eine fortschreitende Quellung der Leukocyten unter Undeutlichwerden des ebenfalls gequollenen Kernes, aber nicht eine Schrumpfung, die den Kern meist noch schärfer markirt. Auch Hr. List hat mehrere solche kleine, markirte Kerne in die oberflächlichste Schicht der Epidermis gezeichnet (a. a. O. Taf. XIV, Fig. 1).

Beim *Malopterurus* kommt noch hinzu, dass die Kornzellen, wie erwähnt, zwischen den basalen Zellen der Zottenepidermis nur aus-

[1] Vergl. dazu Hrn. List's Fig. 2 auf Taf. XIV, a. a. O. bei k, sowie Hrn. Langerhans' ganz ähnliche Darstellung a. a. O.

nahmsweise angetroffen werden, obwohl Capillargefässe und also auch Leukocyten bis in die Spitze der bindegewebigen Zottengrundlage vordringen; ebenso werden die Kornzellen, wie erwähnt, in der Epidermis des Kopfes selten; warum die Wanderzellen gerade diese Theile der Epidermis vermeiden sollten, ist ganz unerfindlich.

Es ergiebt sich somit, dass beim Zitterwels die Kornzellen in der Oberhaut sowohl ihrem Bau, wie ihrer Vertheilung und ihrem Schicksal nach erhebliche Unterschiede von den Leukocyten zeigen, und ich bin daher augenblicklich noch ausser Stande diese so verlockende Deutung gutzuheissen. Dass Leukocyten sich unter Schrumpfung abplatten und zu Zellschüppchen werden, ist meines Wissens bisher noch nicht beobachtet worden, und ich bin daher mehr geneigt, in den Kornzellen der Epidermis wirklich zugehörige Elemente zu sehen, bis solche Umwandlungen von Wanderzellen auch anderswo zur Beobachtung gelangten.

Ist diese Annahme richtig, so würden also die verschiedenen histologischen Elemente der Zitterwelsepidermis einen dreifachen oder selbst vierfachen Gang der Fortbildung durchmachen können: Einige Zellen entwickeln Zwillingskerne und werden zu Kolben; andere, die gewöhnlichen Epidermiszellen, werden zum Theil zu Becherzellen, während die übrigen ohne solche Umwandlung in den oberflächlichen Zelllagen bei mässiger Abplattung allmählich absterben oder einen cuticularen Saum abscheiden, die dritte Kategorie, die Kornzellen, werden, aufrückend, zu Zellschüppchen mit geschrumpftem Kern und verfallen an der Oberfläche angelangt in toto einer cuticularen Umwandlung.

An den vorragenden Theilen der Hautzotten und auf dem Kopfe, wo in der Tiefe die Kornzellen zwischen den basalen Epithelzellen vermisst werden, fehlen daher auch die cuticularen Zellschüppchen der Oberfläche. Die Anlagerung dieser vergänglichen Gebilde auf der Epidermis ist locker und unvollständig, wie es sich aus der Natur des beschriebenen Vorganges erklären würde.

Die lebensfähigen sowohl als die absterbenden Kerne der gewöhnlichen Zellen sind bläschenförmig, blass und doppelt so gross als die Kerne der Kornzellen, dreifach so gross als die Kerne der cuticularen Schüppchen. Überall, wo es wegen Fehlens der Zotten und der zwischen ihnen stets vorhandenen epithelialen Einsenkungen zur regelmässigen Ausbildung einer Grenzschicht des Epithels kommt, also auf dem Vorderkopfe, den Barteln sowie in den sogleich zu besprechenden Hautkanälen, weicht histologische Charakter derselben nicht auffallend von der-

jenigen verwandter Fische ab und zeigt einen deutlichen, fein gestreiften, cuticularen Saum.

Es ist also die Ausbildung der Zotten und der damit parallel gehenden Einsenkungen zwischen denselben, welche in grosser Ausdehnung dem Epithel der Haut den beschriebenen abweichenden Charakter verleiht.

Gehören die Kornzellen wirklich zur Gruppe der Leukocyten, was ich als offene Frage hinstellen möchte, so entsprechen sie ihrem Habitus nach jedenfalls nicht sowohl normalen, weissen Blutkörperchen als vielmehr Lymphkörperchen. Es bliebe unter dieser Annahme immer noch die ungleiche Verbreitung, das wechselnde Auftreten, sowie die sonst nicht beobachtete Umwandlung in geschrumpfte Zellschollen zu erklären. Will man auch diese Umwandlung nicht zugeben, so müsste eine anderweitige Erklärung über die Herkunft der unzweifelhaft zu beobachtenden Zellschollen auf der Epidermisoberfläche gefordert werden, da die angegebenen Merkmale sie von den gewöhnlichen Epidermiszellen aller Stadien durchaus trennen.

Der Einwand, es sei die wirkliche Begrenzung der Epidermis durch Maceration verloren gegangen, würde, selbst wenn er zutreffend wäre, die Schwierigkeit der Erklärung dieser Gebilde nur vermehren, weil eine flächenhafte Ausbreitung und Gruppirung solcher Elemente sich doch nur an einer Oberfläche vollziehen kann; flächenhaft ausgebreitet und gruppirt sind sie aber an den angegebenen Stellen in der That.

Die Seitenorgane.

Nach dieser unumgänglichen Orientirung über die der Zitterwelsepidermis im Allgemeinen zukommenden Elemente sei es gestattet, wieder die Seitenorgane näher in's Auge zu fassen. Da hier die Seitenlinie sich zum wirklichen Kanal schliesst, so ist es erforderlich, zum Studium dieser Organe Quer- und Längsschnitte anzufertigen, um sie mit einander combiniren zu können und so die Übersicht der verdeckten Anordnung zu erhalten.

Ein Schnitt senkrecht auf die Seitenlinie und auf die Körperoberfläche enthüllt, mit der Lupe betrachtet, den regelmässigen rundlichen Querschnitt des Kanales, sowie zwei längliche Spalten beiderseits von demselben. Diese rundliche Öffnung zieht sich nach aussen in die Länge und führt zum Hohlraum des Schornsteines auf dem Seitenkanal, sobald der Schnitt in die Nähe eines solchen Organs gefallen

ist. Hat man ungefähr die mittlere Ebene desselben getroffen, so erkennt man ohne Schwierigkeit, dass die Communication mit dem äusseren Medium keineswegs einfach ist, sondern dass der Hohlraum der Röhre etwa in Höhe der Epidermisgrenze wiederum durch eine Art Diaphragma bis zu feiner Öffnung verengt ist, und auf diesem verengten Theil erst der äusserlich weit vortretende Schornstein wie ein Ansatzstück folgt. Von eigenthümlichen Sinnesorganen ist auch in der Tiefe des Seitenkanales meist Nichts bemerkbar, dagegen fällt unter der tiefsten Stelle noch eine deutlich begrenzte, engere Öffnung in die Augen, welche sich als der Querschnitt eines unter dem Seitenkanal hinziehenden besonderen Kanälchens herausstellt, dem ich seiner Lage wegen den Namen Basalkanal beilegen möchte. Derselbe charakterisirt sich durch seinen Bau als eine Abkammerung des Hauptkanales, die einen wechselnden Grad von Vollständigkeit erreichen kann. Häufig sieht man noch streckenweise, zwischen den oben auflagernden Zellen des Seitenkanales selbst etwas wie eine Verlöthung, wo der Abschluss erfolgt ist.

Mit dem Mikroskop bei mittlerer Vergrösserung betrachtet, zeigt der Durchschnitt dieser Gegend von histologischen, bisher nicht erwähnten Elementen im tieferen Theil der Röhre eine osteoïde Substanz. Die Grundsubstanz ist fein granulirt, dicht und ziemlich fest; einlagernde Zellkörper sind spärlich; wo sie vorhanden, zeigen sie mehr den Charakter von Knochenkörperchen als von Knorpelzellen, d. h. einen geschrumpften Zellrest in einem zackig begrenzten Hof, der sich hier und da in kurze Ausläufer fortsetzt.

Die osteoïde Stützsubstanz bildet in der bindegewebigen Grundlage der Röhre eine festere Masse, welche am oberen Ansatz an den Seitenkanal mit verdickter Basis beginnt und hier mit anderen gleichartigen Einlagerungen um den Kanal selbst in continuirlicher Verbindung steht.

Sowohl aussen wie innen ist die osteoïde Röhre umhüllt von lockerem, netzförmigem Bindegewebe, welches weite Lymphspalten enthält und sich durch direct von den Lymphräumen neben dem Seitenkanal aufsteigende Communicationen beständig strotzend gefüllt halten kann. Über das Osteoïd hinaus steigen die bindegewebigen Züge als Grundlage für die Ansatzröhre bis zu deren lippenförmigen Endigung nur von einer mässig dicken Epithellage bekleidet. Es bleiben sehr bald nur noch zwei bis drei Lagen von Zellen übrig, die in ihrer Gestalt um die cubische Form schwanken; es sind also die oberflächlichsten Zellen weder so niedrig, noch die tiefsten so gestreckt, wie es an anderen Stellen der Haut der Fall zu sein pflegt. Die innere Auskleidung der Ansatzröhre trägt ein ganz ähnliches Epithel, während dasselbe

in dem innersten Abschnitt, der die directe Fortsetzung des Seitenkanales darstellt, seinen Charakter etwas ändert. Die oberflächlichsten Zellen sind in dem aufsteigenden Kanal ziemlich platt, die darunter liegenden unregelmässig polygonal; erst unten im Seitenkanal selbst werden die Epithelzellen wieder etwas höher und nähern sich der cubischen Form. Es bethätigt sich dadurch auch hier das sehr verbreitete Gesetz, dass in der Entwickelung bedingte Vergrösserung ursprünglich eng angelegter Höhlen, ein Sinken in den Höhendimensionen der auskleidenden Epithelien veranlasst. Man darf aus diesem Umstand wohl schliessen, dass von einem gewissen Zeitpunkt an die Vermehrung der Epithelzellen nicht mehr im Stande ist, mit der Ausdehnung der unter ihnen befindlichen Schichten Schritt zu halten und somit eine Dehnung in die Fläche erfolgt.[1]

In dem Basalkanal ist stets ein ungleichmässig entwickeltes Epithel vorhanden, indem der distale Theil der Wölbung einzelne leicht vergängliche Epithelzellen trägt, welche den oberflächlichen Lagen im Seitenkanal selbst ähnlich sind, die proximale Hälfte seiner Höhlung ist stets mit mehreren kleinen cubischen oder niedrig cylindrischen Zellen ausgekleidet, deren relativ grosser, stark lichtbrechender Kern besonders in die Augen fällt. Es scheint, dass ein klarer coagulirbarer Inhalt des Kanales sich auf diesen Zellen in unregelmässig verflochtenen Fädchen niederschlägt; zuweilen scheinen dieselben in kurze Stifte verlängert.

In dem netzförmigen Bindegewebe, auf welchem die beschriebenen Epithelien ruhen, ist kein Mangel an geräumigen Blutcapillaren und Lymphspalten, deren Inhalt gelegentlich noch in den Lücken kenntlich wird. Die welligen, mit einander verflochtenen Coriumfasern sind nur von spärlichen Capillaren durchbrochen, dagegen pflegt sich in der Gegend der Schornsteine mitten zwischen den Fasern der Durchschnitt eines Nervenstämmchen bemerkbar zu machen, welches einem benachbarten Seitenorgan zustrebt. Unter dem Corium erscheint der zugehörige Hauptstamm des Nerven der Seitenorgane, daneben der Arterien- und Venendurchschnitt, sowie die Lymphstränge, von denen die Communicationen zu den Gefässen neben dem Centralkanal in gewissen Abständen, den einzelnen Schornsteinen, wie es scheint, entsprechend, direct aufwärts ziehen.

Erst in einiger Entfernung von den Communicationsröhren mit dem Medium trifft man der Regel nach auf die nervösen Endapparate

[1] Ein charakteristisches Beispiel für dies zu wenig beachtete Verhältniss liefert die Epithelbekleidung des Centralkanales und der Hirnhöhlen.

des Seitenkanals; ausnahmsweise lagern sie auch wohl gerade darunter. Die osteoïde Substanz schliesst sich plötzlich zu einer den Kanal ringförmig umgebenden Masse; der dadurch gegebenen, ziemlich kreisförmigen Begrenzung desselben entspricht aber kein kreisförmiges Lumen, sondern der innen frei bleibende Raum erscheint eingeengt durch eine von unten her sich erhebende Zellwucherung, wodurch das Lumen etwa auf die Hälfte reducirt wird; diese Zellwucherung ist das eigentliche Sinnesorgan, der Nervenhügel, zuerst von Hrn. Leydig[1] beschrieben.

Über den Bau solcher Nervenhügel der Fische ist in den Autoren, nachdem besonders durch das Verdienst Hrn. Eilhard Schulze's ihre Abtrennung und Unterscheidung von den sogenannten »Becherorganen« sichergestellt worden war, eine ziemlich vollständige Einigung erzielt. Hr. Solger giebt in seinen »Neuen Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische«[2] eine gute Übersicht derselben und fügt mancherlei Neues hinzu. Ein höchst bemerkenswerther Punkt, der mir, wenn auch gelegentlich angedeutet,[3] doch nicht genügend hervorgehoben scheint, ist die erstaunliche Ähnlichkeit des histologischen Baues der Endhügel mit demjenigen der Maculae acusticae im Gehörorgan der Fische.

Vergleicht man die ebenso gründlich ausgeführten, wie prächtig illustrirten Arbeiten von Hrn. Gustav Retzius[4] über den Gegenstand, so ist man fast in Verlegenheit, wesentliche Unterschiede namhaft zu machen, wenigstens gilt dies für den hier behandelten Fisch. Hr. Eilhard Schulze und die Autoren, welche sich ihm angeschlossen haben, sprechen nur von zwei Zellkategorien, die den Nervenhügel zusammensetzen sollen, d. h. lang gestreckte blasse Cylinderzellen, die meilerartig zusammengebaut sind, und oben dazwischen eingeschaltet, birnförmige mit kurzen, breit angesetzten Härchen versehene Zellen, in denen sie die eigentlichen Endapparate der Nerven sehen.

Hr. Solger[5] hat bereits zu diesen Zellen andere von ihm als »Basalzellen« bezeichnete Elemente gefügt, die er mit den Cylinderzellen in Verbindung setzt; für den Zitterwels gestaltet sich das Verhältniss aber jedenfalls anders, indem hier die den Basalzellen zu vergleichenden Elemente sich nach oben zu fadenförmigen Fortsätzen

---

[1] Über Organe des sechsten Sinnes. Verhandl. der Leopoldino-Carolina. Bd. 34.

[2] Arch. f. mikroskopische Anatomie. Bd. XVIII. 1880. S. 364. III. Die Seitenorgane der Knochenfische.

[3] So hat Hr. Mayser die Schleimkanäle der Fische, d. h. in dasselbe Gebiet wie die Seitenorgane gehörige Organe, gestützt auf den Ursprung der sie versorgenden Nervenbahnen im Gehirn, als ein »accessorisches Gehörorgan« bezeichnet.

[4] Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Stockholm 1881. I.

[5] A. a. O. Taf. XVII Fig. 8.

verlängern, welche sich zwischen die Cylinderzellen eindrängen und wahrscheinlich die Oberfläche des Nervenhügels zwischen den nervösen Birnzellen erreichen. Dadurch wird ihr Verhalten ein durchaus ähnliches, wie es die sogenannten »Fadenzellen« des Gehörorgans darbieten, so dass also Fadenzellen, indifferente Cylinderzellen und haartragende Sinneszellen (Hörzellen) bei dem einen wie bei dem anderen Organ sichtbar werden.

Ja, die Vergleichung geht noch weiter: Hr. Eilhard Schulze hat das höchst merkwürdige Verhalten festgestellt, dass bei den Nervenhügeln der Fische markhaltige Nervenfasern zwischen die Epithelzellen vordringen; ich bin wegen der abweichenden Praeparationsmethode (ohne Osmium, dagegen Aufhellung durch Balsam) nicht in der Lage, die Angabe bestätigen zu können, habe aber um so weniger Grund, ihre Richtigkeit zu bezweifeln, als Hr. Retzius[1] von der so verwandten Anlage der Maculae acusticae dasselbe behauptet. Ich will also nicht in Abrede stellen, dass beim Zitterwels dasselbe Verhalten der Nerven vorkommen kann, doch wäre auch die Möglichkeit in Erwägung zu ziehen, dass die bei der Coagulirung durch Osmium vor sich gehenden Veränderungen im Gewebe das Nervenmark vielleicht weiter nach der Peripherie zu vorpressen, als den normalen Verhältnissen entspricht. Nach dem Befund beim *Malopterurus* muss ich nämlich den Aufbau der epithelialen Elemente gerade im Centrum des Nervenhügels als sehr locker bezeichnen; die Annahme, dass die am besten geschützten Zellen etwa zu Grunde gegangen sein sollten, wo die exponirten erhalten blieben, erscheint unzulässig, auch ist die Vertheilung der verschiedenen histologischen Elemente in diesen Organen beim Zitterwels eine eigenthümliche, von der Praeparation unter allen Umständen unabhängige.

Das zum Endhügel tretende Nervenstämmchen, aus wenigen markhaltigen Fasern auffallend ungleichen Calibers bestehend, tritt durch eine geräumige Öffnung der osteoïden Substanz, und gelangt so in die basale, von Capillaren vielfach durchbrochene Bindegewebsplatte, wie sie auch von Hrn. Eilhard Schulze beschrieben wurde. Von hier steigt es aber keineswegs direct zwischen die Zellen, sondern die Fasern suchen stets die (hintere?) Peripherie des Organs auf, so dass ein Querschnitt des Endhügels, der sogar schon etwas jenseits der Mitte gefallen ist, von dem Nerven immer noch einen Schrägschnitt aufweist. In der Peripherie schlagen sich die Fasern zwischen den hier sehr lang ausgedehnten Fadenzellen nach oben und umgreifen also das Centrum des Endhügels, um zu den birnförmigen Zellen zu gelangen. Diese sehe ich,

[1] A. a. O. I. Taf. VI *(Perca fluviatilis)*.

ebenso wie die genannten Autoren, als die Träger der feinsten Nervenendigungen an, die sich mit ihnen durch basale Fortsätze verbinden.

Warum die eintretenden Nerven dem Centrum des Endhügels aus dem Wege gehen, ist nicht mit Sicherheit zu sagen, doch scheint es mit dem bereits erwähnten besonderen Aufbau der centralen Zellen in Beziehung zu stehen, und dies ist zugleich ein weiterer Indicienbeweis, dass dieser Aufbau ein natürlicher, nicht durch die Praeparation veranlasster ist. Hier drängt sich gleichzeitig die Frage auf, was denn aus dem oben beschriebenen Basalkanal geworden ist, den man unter dem Querschnitt des Nervenhügels vergeblich sucht? Über den Verbleib des kleinen Kanälchens giebt ein mittlerer Längsschnitt der Organanlage den besten Aufschluss. Man sieht auf solchem Schnitt das Lumen des Kanälchens unmittelbar unter dem Epithel des Hauptkanals bis zum Endhügel ziehen, um hier aufsteigend in den Raum zwischen ihm und dem Epithelwulst anzumünden, der den Hügel rings umgiebt und mit seinen vorspringenden Rändern sogar etwas überragt. Ebenso beginnt auch der Basalkanal jenseit des Endhügels wieder in dem nämlichen spaltförmigen Raum und gewinnt alsbald seinen alten Platz. Die eigenthümlichen spärlichen Epithelien von etwa cubischer Gestalt mit regelmässig gerundeten Kernen, werden auf Längsschnitten des Kanales häufig aus ihrer Stelle gerückt und finden sich in dem Lumen unregelmässig verstreut. Es scheint fast, als wenn Abzweigungen dieses Röhrensystems unter die centralen Zellen des Endhügels treten und sie stellenweise auseinander drängen, doch ist der Beweis dafür nicht leicht zu erbringen, da weder deutliche Wandungen noch auskleidende Elemente so weit gelangen.

Ein Moment, wodurch die Endhügel des Zitterwelses den Maculae acusticae noch besonders ähnlich werden, ist die starke Ausbildung der haarförmigen Verlängerungen auf den Sinneszellen, welche hier eine beträchtliche Länge erreichen, während sie bei anderen Fischen gewöhnlich nur die Gestalt kürzerer Borsten zeigen. Der auch sonst beschriebene breite, basale Ansatz auf der Zelle kommt hier gleichfalls zur Beobachtung.

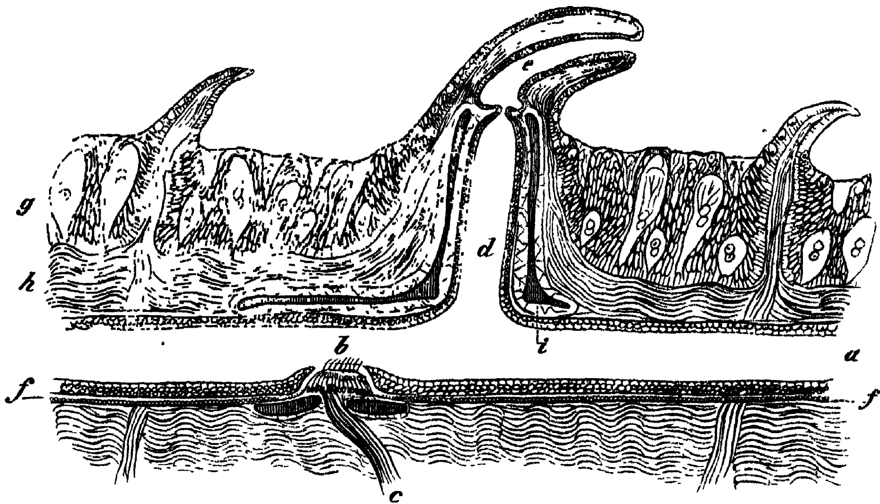
Zur Vervollständigung des Bildes würde es dienen, wenn die Sinneshaare bedeckt gefunden wären mit einer sogenannten Cupula; eine solche ist aber mit Rücksicht auf die Conservirung ohne Anwendung von Osmium nicht wohl zu erwarten. Was die Auffassung dieses merkwürdigen, die Sinneshaare wie eine streifige Kappe bedeckenden Gebildes anlangt, so schliesse ich mich ganz an Hrn. Retzius an,[1] welcher das Zustandekommen des auffallenden Bildes im Prae-

---

[1] A. a. O. I, S. 48.

parat durch die unter Osmiumeinwirkung erfolgende Gerinnung einer schon bei Lebzeiten zwischen den Haaren befindlichen, fein gestreiften Substanz erklärt. Danach ist also nur die Form, unter welcher sie in den Praeparaten erscheint, durch die Behandlung hervorgerufenes Kunstproduct, und es ist mir durchaus wahrscheinlich, dass durch ähnliche Methoden der Conservirung, wie sie zur Darstellung der Cupula in Anwendung kamen, auch an den Seitenorganen des Zitterwelses eine solche Umhüllung der Sinneshaare sichtbar zu machen wäre.

Die glashellen Röhren, welche auf freistehenden Seitenorganen gewisser Knochenfische, sowie auf denjenigen der Amphibienlarven beobachtet wurden (EILHARD SCHULZE) sind auch von Anderen als ein Homologon der Cupulabildung betrachtet worden.



Schematischer Längsschnitt des Seitenkanals.

a Lumen des Kanals; *b*. Endhügel; *c* der zugehörige Nerv, *d*. unterer Abschnitt der Ansatzrohre; *e* der vortretende Abschnitt; *f*. der Basalkanal, *g* die Epidermis, *h*. die Coriumfasern, *i*. die osteoïde Substanz.

Der beistehende Holzschnitt giebt eine schematische Darstellung der Anordnung des Seitenkanales mit einem Sinnesorgan.

Die Kopfkanäle.

Ausser dem Seitenkanalsystem finden sich bei den Fischen andere Kanäle verwandter Natur, welche sich in mannigfacher Weise auf dem Kopfe verbreiten und eben deshalb den Namen Seitenkanäle nicht recht verdienen. Sie hängen aber in der Regel mit dem Seitenkanal zusammen und zeigen einen ähnlichen histologischen Charakter wie

dieser. In ihnen wurden von Hrn. Leydig[1] in gewissen Abständen eingesenkte »Nervenköpfe« beschrieben, den Endhügeln des Seitenkanals entsprechend. Ihre Anordnung in den zu einem System vereinigten Kanälen zeigt eine gewisse Regelmässigkeit, freilich sehr verschieden in den einzelnen Fischgattungen. Die Bezeichnung Schleimkanäle, welcher ihnen am angeführten Orte beigelegt wird, deutet auf eine secretorische Function hin, ist daher an dieser Stelle wohl besser zu vermeiden und die Benennung »Kopfkanäle« der so eng verwandten Anlage »den Seitenkanälen« am meisten entsprechend.

Wie zu erwarten stand, fanden sich auch beim Zitterwels solche Kopfkanäle vor, doch sind sie nicht annähernd von der Weite, wie sie bei manchen Fischen (z. B. beim Kaulbars nach Leydig) angetroffen werden. Die Schwierigkeit, für solche Untersuchungen genügend gut conservirtes Material in grösserer Masse zu beschaffen, zwingt mich, über den Bau und die Verbreitung dieser Kopfkanäle zunächst nur einige kurze Bemerkungen zu veröffentlichen.

Die Kanäle beginnen mit punktförmigen, leicht aufgewulsteten Mündungen an der äusseren Oberfläche der Haut, durchsetzen das Corium in schräger Richtung und ziehen im Unterhautzellgewebe für grössere Strecken fort. Es scheint, dass sie sich dabei mit benachbarten Kanälchen zu einem System verbinden, und es ist zu vermuthen, dass sich wie bei anderen Fischen auch hier eine Verbindung mit dem eigentlichen Seitenkanal herstellt. Die Kanälchen sind häufig tief in das Zellgewebe eingesenkt und da sie noch etwas geringere Weite zeigen als der Seitenkanal, so ist ein sicheres Verfolgen derselben ohne vollständige Aufopferung einer ganzen Reihe von Exemplaren nicht wohl durchführbar.

Mehrere Öffnungen oder Dermalporen solcher Kopfkanälchen finden sich um die doppelten Nasenlöcher des Zitterwelses und selbst an der Basis der grössten Bartel wurden deren noch beobachtet. Etwa fünf finden sich, eine Bogenlinie bildend, unterhalb des Auges; eine andere Bogenlinie beginnt hinter dem Mundwinkel und zeigt vier deutliche Öffnungen; von der Nasenregion nach hinten bis zum Anfang des elektrischen Organs sieht man deren zwei bis drei jederseits. Die Gesammtzahl der thatsächlich an demselben Fisch beobachteten stellt sich also auf etwa 30, doch ist die wirklich vorhandene Zahl wahrscheinlich grösser, da man die feinen Öffnungen leicht übersieht. Weiter nach hinten, auf dem Organ habe ich keine mehr beobachtet, so dass man annehmen muss, die etwas vorragenden, gewulsteten Dermalporen gehören zu den Kopfkanälen, wie die oben beschriebenen

[1] Lehrbuch der Histologie der Menschen und der Thiere. S. 201.

Schornsteine zu den Seitenkanälen; wie die gewöhnlichen Zotten auf dem Kopfe bis zum Verschwinden niedrig werden, an den Körperseiten aber hoch sind, so zeigen sich die röhrenförmigen Aufsätze der Kanäle dort niedrig, hier aber hoch.

Dass die in Rede stehenden Kanäle auf dem Kopfe, selbst wenn sie nicht mit dem Seitenkanal in Verbindung stehen sollten, doch eine durchaus verwandte Bildung darstellen, ergiebt sich aus der Vergleichung des innen aufsitzenden Epithels, welches sich ganz ähnlich wie im Seitenkanal aufbaut.

Auch hier haben wir flach cubische Zellen, mit grossen Kernen als regelmässig geschlossene, oberflächlichste Schicht, darunter unregelmässig polygonale und ein lockeres, netzförmiges Bindegewebe, welches sich erst in einigem Abstand vom Epithel zu einer festen, fibrösen Scheide schliesst, die hier durchgängig osteoïde Substanz einschliesst, wie solche bei dem Seitenkanal nur die Endhügel und Aufsatzröhren begleitet.

Die histologische Untersuchung begegnet hier besonderen Schwierigkeiten; denn einmal hindert das Osteoïd der Wand ein vollkommenes Eindringen der conservirenden Flüssigkeiten, und ausserdem fand ich die Endstücke der Kanäle von den Mündungen her öfters mit Fremdkörpern, mit feinem Sand und Schlamm vollgestopft. Es gelang mir gleichwohl zu constatiren, dass auch hier in den Kanälen den »Nervenknöpfen« anderer Fische homologe Sinnesorgane vorkommen, doch sind dieselben in recht erheblichen Abständen gelagert, und nach den bisherigen Untersuchungen möchte ich annehmen, dass auf jede Dermalpore nur ein Nervenknopf kommt.

Die Nervenstämmchen treten, von einem stärkeren Gefäss begleitet, seitlich durch das Osteoïd und dringen gerade gegen den einen Winkel des niedrigen Ovals vor, welches der Querschnitt des Kanals darstellt. Hier bildet sich eine Art Polster von Bindegewebe, das stark von Gefässen durchzogen wird, ein Homologon der basalen Platte des Endhügels im Seitenkanal. Auf derselben lässt sich noch die dichte Zusammenhäufung gestreckter cylindrischer und spindelförmiger Zellen erkennen, nur ist die Zellgruppe parallel mit der Axse des Kanales in die Länge gezogen ohne jedoch einen wirklich »linearen Charakter« zu bekommen, wie ihn Hr. Leydig bei anderen Fischen auffand. Die auf dem indifferenten Zelllager vorhandenen Sinneszellen waren in den bisher untersuchten Fällen so durcheinander geworfen, dass ich es ablehnen muss über ihre Anordnung etwas auszusagen. Der Epithelwulst der Nachbarschaft umgiebt den Nervenknopf jedenfalls sehr dicht, und erhebt sich an den Seiten mindestens zur gleichen Höhe, wodurch das Bild eines Durchschnittes noch besonders unklar wird.

Eine Überraschung war mir bei der Durchmusterung des gewöhnlichen Epithels der Kopfkanäle noch vorbehalten, auf welche ich am wenigsten gerechnet hatte: Es fanden sich unter den Elementen dieses Epithels Zellen, welche unzweifelhaft zu der Kategorie der bisher nur in der Haut von Petromyzonten aufgefundenen Körnerzellen gerechnet werden müssen.

Die zuerst von Hrn. Kölliker beschriebenen und benannten räthselhaften Gebilde wurden später von Hrn. Eilhard Schulze und Foettinger besonders eingehend untersucht, ohne dass es bisher gelang, ihre Function mit Sicherheit festzustellen. Hr. Kölliker vermuthete in ihnen ebenso wie Foettinger drüsige Elemente, Hr. Schulze Sinneszellen, doch gehen die thatsächlichen Angaben dieser Autoren über die Körnerzellen noch sehr auseinander, und ich selbst habe bisher keine Gelegenheit gehabt, bei Petromyzon mir darüber ein eigenes Urtheil zu bilden.

Die Körnerzellen im Epithel der Kopfkanäle des Zitterwelses sind nur von dem Umfang gewöhnlicher Epithelzellen, sie enthalten aber die scharf begrenzten, stark lichtbrechenden Granula gleicher Grösse in gewissen Abständen von einander und den blassen, ovalen Kern wie jene des Neunauges. Die Fortsätze dagegen sind im Unterschiede von letzteren nur zart und lassen sich an Schnittpraeparaten zwar erkennen, aber nicht mit Sicherheit verfolgen. Zuweilen schien es mir, als besässen die am oberflächlichsten lagernden Körnerzellen eine schmale kanalartige Öffnung, die auf dem Epithel mündete und oberflächlich von einem ausgetretenen Coagulum bedeckt war.

Weitere Untersuchung wird hoffentlich nun mehr Licht über diese räthselhaften Gebilde verbreiten; ich möchte die Überzeugung aussprechen, dass nach den jetzt vorliegenden Erfahrungen das Vorkommen der Körnerzellen auch bei anderen Knochenfischen anzunehmen ist und eine secretorische Function der beim Zitterwels beobachteten am wahrscheinlichsten erscheint.

Ausgegeben am 27. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.

XXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

29. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Ewald las über die Fischgattung Menaspis aus der Zechsteinformation.

Die Mittheilung wird in einem der folgenden Stücke erscheinen.

2. Hr. Weber überreichte das erste Heft des zweiten Bandes seines Verzeichnisses der Sanskrit- und Prâkrit-Handschriften der hiesigen Königlichen Bibliothek.

3. Durch Rescript des vorgeordneten Hrn. Ministers vom 16. d. wird angezeigt, dass die Allerhöchste Bestätigung der von der Akademie vollzogenen Wahl des ordentlichen Professors an der philosophischen Facultät der hiesigen Friedrich-Wilhelms-Universität und Directors des meteorologischen Instituts, Dr. Wilhelm von Bezold, zum ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe unter dem 5. April erfolgt ist.

4. Ministerialrescripte vom gleichen Datum genehmigen die von der physikalisch-mathematischen Classe beschlossenen Bewilligungen von 2400 M. für Hrn. Prof. Arzruni in Aachen zur Bereisung des Sanarka-Gebietes im südlichen Ural; von 600 M. für Hrn. Dr. Otto Zacharias in Hirschberg i. Schl. zur Fortsetzung seiner Studien über die wirbellose Fauna der norddeutschen Seen; und von 1500 M. für Hrn. Prof. Is. Steiner in Heidelberg zur Fortsetzung seiner Experimental-Untersuchungen über das Gehirn der niederen Wirbelthiere an den grösseren Lacertiden Siciliens.

Ausgegeben am 13. Mai.

1886.

XXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

6. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Rammelsberg las über die chemische Natur des Eudialyts.

2. Hr. von Helmholtz legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. H. F. Weber in Zürich vor: die Selbstinduction bifilar gewickelter Drahtspiralen, und

3. Hr. Schulze eine solche des Professors der Zoologie an der Universität Cordoba (R. A.) Hrn. Fl. Ameghino: Oracanthus und Coelodon, verschiedene Gattungen einer und derselben Familie.

Die Mittheilungen 1 und 3 folgen umstehend, die zweite erscheint in einem der nächsten Sitzungsberichte.

Über die chemische Natur des Eudialyts.

Von C. Rammelsberg.

Eine ausführliche Untersuchung des Eudialyts machte es erforderlich, die analytischen Methoden zur Trennung von Zirkonium, Thorium, Cer und Yttrium vorher näher zu prüfen, und es sind daher zunächst die bisherigen Angaben und die eigenen Erfahrungen mitgetheilt, insbesondere ist das Verhalten der Salze jener Elemente gegen Oxalsäure, unterschwefligsaures Natron und Wasserstoffdioxyd in Betracht gezogen.

Verhalten der Oxalsäure.

Zirkonerde.

H. Rose beschreibt das Verhalten folgendermaassen:[1] Fügt man zu der Auflösung eines Zirkonerdesalzes ein wenig Oxalsäure, so löst sich der Anfangs entstehende Niederschlag wieder auf, wird bei grösserem Zusatz bleibend, verschwindet aber durch ein Übermaass von Oxalsäure. Aus einer solchen Lösung wird die Zirkonerde durch Ammoniak vollständig gefällt.

Schon früher hatte Berlin gefunden,[2] dass die Löslichkeit der Zirkonerde in Oxalsäure für die in Zirkonen der verschiedensten Fundorte enthaltene Erde gilt. Seine Erfahrungen stimmen mit denen H. Rose's vollständig überein.

Diese Thatsache war in älterer Zeit nicht bekannt; Dubois und Silveira wollten sogar die Trennung des Eisenoxyds von der Zirkonerde auf die Unlöslichkeit derselben in Oxalsäure gründen, und Sjögren[3] hat, diesen Angaben folgend, die Zirkonerde des norwegischen Katapleits als eine davon verschiedene Erde betrachtet, weil sie sich in Oxalsäure auflöst.

---

[1] Handbuch der analyt. Chemie. 6. Aufl. I, 461.
[2] Journ für prakt. Chemie. 58. 145. (1853).
[3] Poggendorff's Annalen. Ergänzungsbd. 3, 465 (1853).

Den Erfahrungen von SVANBERG und H. ROSE vermag ich nur wenig hinzuzufügen. Die Versuche wurden mit Lösungen des krystallisirten Oxychlorids (aus uralischem Zirkon) angestellt, deren Gehalt durch Fällung eines bestimmten Volums mittels Ammoniak festgestellt war.

Wurde soviel Oxalsäure hinzugefügt, dass der Niederschlag sich in der Säure gerade auflöste, so schlug Ammoniak die Erde vollständig nieder. Fügte man aber von Neuem Oxalsäure bis zur Lösung hinzu, so erhielt man durch Ammoniak nur etwa zwei Drittel der ganzen Menge, und wiederholte man dies einigemal, so gab Ammoniak zuletzt gar keine Fällung mehr. Bei Gegenwart einer hinreichenden Menge oxalsauren Ammoniaks hört also die Zersetzung durch Ammoniak auf.

Thorerde.

Nach BERZELIUS[1] ist das oxalsaure Salz im Überschuss von Oxalsäure unlöslich, und in anderen verdünnten Säuren kaum löslich. Dasselbe fand BERGEMANN und CHYDENIUS.[2] H. ROSE fügt hinzu, dass das Thoriumoxalat in essigsaurem Ammoniak löslich sei, durch Chlorwasserstoffsäure aber aus dieser Lösung wieder gefällt werde.

BUNSEN[3] fand, dass das Salz in oxalsaurem Ammoniak sich löst, und benutzte dieses Verhalten zur Trennung von den Cer- und Yttriummetallen.

Zu meinen Versuchen diente krystallisirtes Thoriumsulfat, dessen Gehalt an Thorerde, durch Fällung mittels Ammoniak bestimmt, 46.26 Procent betrug.

Wurde die Lösung mit Oxalsäure versetzt, so verschwand der Anfangs entstandene Niederschlag wieder, und wurde erst bei weiterem Zusatz der Säure bleibend. Er ist jedoch in Oxalsäure nicht unbedeutend löslich, was den früheren Angaben nicht entspricht, denn nach Zusatz einer allerdings ziemlich grossen Menge Oxalsäure entsprach die Fällung durch Ammoniak nur 73 Procent der vorhandenen Thorerde.

Durch oxalsaures Ammoniak löst sich das Thoriumoxalat auf, jedoch bedarf es dazu einer grösseren Menge von jenem. Aus einer solchen Lösung schlug Ammoniak nur 46.5 Procent der angewandten Thorerde nieder.

[1] POGGENDORFF's Annalen 16, 412 (1829).
[2] Ebend. 82, 573 und 119, 53.
[3] Ebend. 155, 380.

Oxyde der Cer- und Yttriumgruppe.

Das Verhalten der Salze dieser Elemente ist im Allgemeinen dasselbe. Ihre Oxalate sind in Oxalsäure und selbst in verdünnten Mineralsäuren kaum löslich. Ist durch Erhitzen mit oxalsaurem Ammoniak ein wenig gelöst, so scheidet es sich nach BUNSEN beim Verdünnen und Abkühlen wieder aus.

Aus dem Verhalten der Oxalate der angeführten Elemente folgt, dass nur die Löslichkeit der Zirkonium- und Thoriumverbindungen in oxalsaurem Ammoniak zu einer Trennung derselben von den Elementen der Cer- und Yttriumgruppe benutzt werden kann.

Verhalten des unterschwefligsauren Natrons.

Dieses Salz fällt die Verbindungen des Zirkoniums, Thoriums und Aluminiums, nicht aber die der Cer- und Yttriumgruppe und des Berylliums.

Die nachfolgend beschriebenen Versuche hatten insbesondere den Zweck, das Verhalten des Hyposulfits bei der Analyse des Eudialyts festzustellen.

Zirkonerde.

A. STROMEYER hat[1] zuerst das unterschwefligsaure Natron zur Trennung der Zirkonerde (und der Titansäure) vom Eisenoxyd empfohlen und sehr befriedigende Resultate erhalten.

Dagegen fand WEIBULL[2], dass die Fällung der Zirkonerde nicht vollständig ist, dass es wiederholter Behandlung bedarf, um schliesslich 98.9 Procent der Erde zu erhalten, und dass bei einmaliger Fällung nur etwa 90 Procent gefällt werden.

Bei meinen Versuchen benutzte ich eine Lösung von Zirkoniumoxychlorid, deren Gehalt durch einen besonderen Versuch bestimmt war. Sie war so verdünnt, dass 50^{ccm} etwa 0.1 Zirkonerde enthielten. Nach dem Zusatz des Hyposulfits wurde sie erhitzt und so lange im Sieden erhalten, bis keine schweflige Säure mehr entwich, und nach dem Erkalten filtrirt. Der getrocknete Niederschlag hinterliess nach dem Glühen reine Zirkonerde.

[1] Annalen der Chemie u. Pharm. 103, 127 (1860).
[2] Lunds Univ. Årsskrift. 18.

Auf diese Art wurden aus einer Lösung von 1^g Zirkonerde 1.015 derselben erhalten. Die Fällung war mithin vollständig.

In einem anderen Versuch wurden gleiche Mengen Zirkonerde und Eisenoxyd (dieses in Form von Eisenalaun) angewandt, die Verdünnung war die frühere. Nach Zusatz des Hyposulfits wurde erst dann erhitzt, als die Reduction des Eisenoxyds erfolgt war. Die Menge der Zirkonerde nach dem Glühen betrug 1.016^g für 1^g in der Lösung. Auch hier war die Zirkonerde mithin vollständig gefällt.

Es sei hier bemerkt, dass die Fällung nach Weibull ein Gemenge von Schwefel und basisch schwefligsaurer Zirkonerde, $Zr^2SO^6 + 2aq$, ist.

Im Princip ist diese Methode nahe verwandt der schon vor langer Zeit[1] von Berthier vorgeschlagenen, nach welcher ein Gemenge von hydratischer Zirkonerde (oder Titansäure) und Schwefeleisen mit schwefliger Säure behandelt wird.[2]

Zur Prüfung wurde ein Gemisch von Zirkon- und Eisenoxydlösung mit Ammoniak und Ammonhydrosulfür gefällt, mit wässriger schwefliger Säure versetzt und bis zum Verschwinden des Überschusses im Sieden erhalten. Die geglühte Erde betrug 1.07^g auf 1^g in der Lösung. Sie war röthlich gefärbt, weil sie etwas Eisenoxyd enthielt.

In jedem Fall ist die Anwendung des unterschwefligsauren Natrons vorzuziehen.

Thorerde.

Chydenius fand, dass die Fällung der Thorerde durch unterschwefligsaures Natron nicht ganz vollständig ist.

Eine verdünnte Lösung von 2.37 krystallisirtem Thoriumsulfat, mit einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure versetzt, wurde mit unterschwefligsaurem Natron längere Zeit im Sieden erhalten. Die Fällung hinterliess beim Glühen 1.046 ThO^2. Aus dem Filtrat schlug Ammoniak noch 0.044 nieder.

Da das Salz, wie im Vorhergehenden angeführt, 46.26 Procent ThO^2 enthielt, so waren 44.14 durch das Hyposulfit gefällt, 2.07 aber in der Flüssigkeit geblieben. In Summa waren 46.21 Procent erhalten, von welchen mithin 95.5 Procent durch das Natronsalz abgeschieden waren.

[1] Ann. de Chim. et de Phys. 50, 362. Ann. der Pharm. 5, 246 (1833).
[2] Vergl. H. Rose 2, 321.

Oxyde der Cer- und Yttriumgruppe.

Die Salze dieser Elemente werden durch unterschwefligsaures Natron weder in der Kälte noch bei fortgesetztem Sieden gefällt. Es entsteht zwar, wenn man die Lösungen an und für sich oder unter Zusatz von einigen Tropfen Säure anwendet, ein Niederschlag, welcher jedoch nur aus Schwefel besteht.

Zu diesen Versuchen dienten die Sulfatgemische der Ceritoxyde und die der Gadoliniterden.

Die Lösung muss ziemlich stark verdünnt sein, weil sich sonst bei Ceritoxyden schwerlösliche wasserarme Hydrate von Sulfaten abscheiden.

Das unterschwefligsaure Natron ist in der nachfolgenden Arbeit zur Trennung dieser Erden von der Zirkonerde benutzt worden, wozu es von HERMANN schon früher empfohlen wurde.

Thonerde.

CHANCEL[1] schlug unterschwefligsaures Natron zur Trennung von Thonerde und Eisenoxyd vor.

Ich habe untersucht, ob das gleiche Verfahren zur Trennung von Thonerde und Beryllerde anwendbar sei, weil die vorhandenen Methoden manches zu wünschen übrig lassen.

Eine Lösung des krystallisirten Berylliumsulfats, mit unterschwefligsaurem Natron gekocht, lieferte eine Fällung von reinem Schwefel.

Zu dem folgenden Versuch diente Ammoniakalaun, dessen Gehalt an Thonerde = 11.39 Procent (berechnet 11.26 Procent) war.

100 Th. dieses Alauns, in verdünnter Lösung mit dem Hyposulfit gekocht, gaben 11.20 Procent Thonerde. Die Thonerde wird mithin vollständig gefällt.

Eine Mischung beider Salze, welche Beryllerde und Thonerde im Gewichtsverhältniss von 2 : 1 enthielt, wurde in ähnlicher Verdünnung, wie bei der Scheidung von Zirkonerde und Eisenoxyd, mit dem Hyposulfit einige Zeit gekocht, wodurch 10.34 Procent von der Thonerde des Alauns, d. h. nahe 92 Procent gefällt wurden.

Wiederholte Versuche müssen entscheiden, ob die Resultate unter geeigneten Umständen genügender ausfallen.

Verhalten des Wasserstoffdioxyds.

BAILEY[2] hat neuerlich gefunden, dass dieses Reagens saure Lösungen von Zirkonerdesulfat unter Bildung eines höheren Oxyds vollständig fällt.

---

[1] Comptes rendus 46, 987.
[2] Journal Chem. Soc. 1886. March.

Nach meinen Versuchen fällt es auch eine Lösung von Thoriumsulfat, nicht aber eine solche der Sulfate der Cer- und Yttriumgruppe.

Gelegentlich der Analyse des Eudialyts fand ich, dass die gemeinsame Lösung von Zirkonerde, Ceroxyd, Eisen- und Manganoxyd in Chlorwasserstoffsäure von dem Reagens nicht gefällt wird. Es war daher für die Analyse nicht verwendbar.

Untersuchung des Eudialyts.

Die Geschichte des Eudialyts ist von mehrfachem Interesse.

Das Mineral soll schon im Anfang dieses Jahrhunderts nach Deutschland gekommen sein. Denn im Jahre 1801 machte z. B. Trommsdorff die Mittheilung[1], er habe im grönländischen Hyazinth Zirkonerde gefunden. Angeblich dasselbe Mineral analysirte zwei Jahre später Gruner[2], welcher 11 Procent Zirkonerde und 30.5 Procent Thonerde gefunden haben wollte. Indessen liefert seine Analyse durchaus keinen Beweis für das Vorhandensein jener, ist überhaupt in den Methoden höchst mangelhaft, und da ihr Urheber das Volumgewicht des Minerals = 3.827 gefunden haben will, so möchte man eher auf Granat (Zirkon?) schliessen.

Mit Sicherheit tritt der Eudialyt erst unter den von Giesecke in Grönland gesammelten Mineralien auf. Er war als granatähnlich bezeichnet. Seine Eigenthümlichkeit erkannte Stromeyer, welcher die Resultate seiner Untersuchung am 13. November 1819 der K. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen vorlegte.[3]

Er bezeichnete nach Giesecke als Fundort Kangerdluarsuk, bestimmte das Volumgewicht zu 2.903 und hob hervor, dass das Mineral nicht blos leicht schmelzbar sei, sondern auch von Säuren unter Gallertbildung zersetzt werde, weshalb er ihm den Namen Eudialyt beilegte. Er fand unter den Bestandtheilen Zirkonerde, eine bedeutende Menge Natron und etwas Chlor. Mit der ihm eigenen Genauigkeit hat Stromeyer schon damals, also vor 65 Jahren, die Analyse des Eudialyts durchgeführt, deren Zahlen auch heute noch angeführt zu werden verdienen.

[1] Crell's Chem. Annalen 1, 493.
[2] Gilbert's Annalen 13, 491.
[3] Gilbert's Annalen 63, 379.

Chlor	1.00
Kieselsäure	52.48
Zirkonerde	10.89
Eisenoxyd	6.85
Manganoxyd	2.57
Kalk	10.14
Natron	13.92
Glühverlust	1.80
	99.65

Wir werden sehen, dass der Fehler hauptsächlich darin liegt, dass zuviel Kieselsäure und zu wenig Zirkonerde gefunden und die Gegenwart der Cer- und Yttriummetalle nicht bemerkt wurde, was für jene Zeit sehr begreiflich ist.

Zu derselben Zeit beschäftigte sich auch PFAFF mit dem Eudialyt, den er ebenfalls von GIESECKE erhalten hatte. Im Verlauf seiner Arbeit erhielt er Kenntniss von STROMEYER's Versuchen und publicirte die seinigen 1820 in einer ausführlichen Abhandlung.[1] Er beschreibt das Mineral, welches von Hornblende und Sodalith begleitet ist, hält die Krystalle, welche bekanntlich Rhomboeder sind, für Leucitoeder, und findet das Volumgewicht = 2.877.

Zur Zerlegung wandte er theils Aetzkali, theils kohlensaures Natron, theils Schwefelsäure an. So erhielt er

Zirkonerde	12.41	und	11.58	Procent
Eisenoxyd	8.08	»	7.86	»
Manganoxyd	3.33	»	2.93	»
Kalk	10.66	»	10.80	»

Allein er glaubte gefunden zu haben, dass neben Kieselsäure ein neuer, in seinen Eigenschaften zwischen dieser und der Tantalsäure stehender Körper vorhanden sei, den er Tantaline nannte, und zwar gab er an:

Tantaline	25.37	und	26.90	Procent
Kieselsäure	22.64	»	27.20	»

so dass die Gesammtmenge beider 48.01 und 54.1 Procent betragen würde, ihre relative Menge aber im einen Fall = 1.12 : 1, im anderen = 1 : 1.01 wäre. Er versprach weitere Mittheilungen über den neuen Stoff, welche indess nicht erschienen sind. Was er aber in der angeführten Abhandlung darüber anführt, beweist, dass es eine etwas Zirkonerde enthaltende Kieselsäure war. Das Natron hat er in sehr ungenauer Weise = 11.40 Procent, das Chlor = 0.3 bestimmt und 0.92—0.98 Kupferoxyd gefunden, die im reinen Mineral gar nicht

[1] SCHWEIGER's Journal 29, 1.

vorkommen. Pfaff's Arbeit steht in jeder Hinsicht hinter der von Stromeyer weit zurück und hat so zu sagen nur noch historischen Werth.

Mit der Berechnung von Mineralanalysen beschäftigt, zu deren Zusammenstellung und Publication Berzelius mich aufforderte, suchte ich zu entscheiden, ob der Eudialyt Stromeyer's Angabe gemäss Eisenoxyd enthalte. Zur Prüfung diente ein Exemplar aus dem K. K. Hof-Mineraliencabinet in Wien, welches Haidinger mir übergab. Es fand sich sofort, dass neben einer geringen Menge Oxyd hauptsächlich Eisenoxydul vorhanden ist, und ich unternahm es im Jahre 1844, den Eudialyt von neuem zu analysiren.[1] Im Natron wurde nur wenig Kali gefunden, insbesondere aber wurde nachgewiesen, dass die durch Behandlung des Minerals mit Säuren abgeschiedene Kieselsäure stets eine ansehnliche Menge Zirkonerde enthält, wie ähnliches kurz vorher von H. Rose hinsichtlich der Titansäure bei der Analyse des Titanits bemerkt worden war.[2]

Zwei Versuche, bei welchen das Mineral durch Chlorwasserstoffsäure zersetzt wurde, differirten im Gehalt an Silicium und Eisen sehr erheblich, und schon aus diesem Grunde können sie heute nicht mehr in Betracht kommen.

Im Jahre 1844 beschrieb Scheerer[3] ein von Scheel am Langesundfjord bei Brevig gefundenes granatähnliches Mineral, vom Volumgewicht 3.01, welches er anfänglich für eine Art von Wöhlerit hielt, drei Jahre später aber in Folge einer quantitativen Prüfung[4] mit dem Namen Eukolit belegte. Zu den Bestandtheilen des grönländischen Eudialyts tritt in dem norwegischen Mineral eine (nicht bestimmte) geringe Menge von Niob- oder Tantalsäure, sowie ein Gehalt von 3 Procent Ceroxyd, wobei Scheerer das Chlor übersah.

Sodann zeigte Des Cloizeaux, dass der Eukolit die Form des Eudialyts besitzt und sich von diesem bloss durch die Art der Spaltbarkeit und den negativen Charakter der optischen Axe unterscheidet. Damour analysirte beide,[5] fand in ihnen 0.3—2.3 Procent Tantalsäure, aber nur im norwegischen 3.6 Procent Cer- und Lanthanoxyd. Des Cloizeaux war der Ansicht, dass das norwegische Mineral als Eudialyt angesehen werden müsse.

Aus dem Jahre 1870 stammen die Analysen von Nylander,[6] welche ebenfalls bloss im norwegischen Eukolit die Gegenwart von Tantalsäure und von 4.3 Procent Ceroxyd ergaben.

[1] Poggendorff's Annalen 63, 142.
[2] Ebend. 62, 253.
[3] Ebend. 61, 222.
[4] Ebend. 72, 565.
[5] Comptes rendus 43, 1197.
[6] Acta Univ. Lund (Jahrbuch für Min. 1870, 488).

Die letzte Analyse des grönländischen Eudialyts hat LORENZEN publicirt.[1] Sie giebt Ceroxyd und einen abnorm grossen Natrongehalt an.

Eine Zusammenstellung der Resultate aller dieser Analysen liefert folgende Zahlen:

Grönland

	1.[2] RAMMELSBERG	2. DAMOUR	3. NYLANDER	4. LORENZEN
Chlor	1.19	1.48	1.37	1.04
Kieselsäure	49.92	50.38	51.86	48.63
Tantalsäure	—	0.35	–	—
Zirkonerde	16.88	15.60	14.67	14.49
Ceroxyd (La)	—	—	—	2.32
Eisenoxydul	6.97	6.37	6.54	5.54
Manganoxydul	1.15	1.61	1.46	0.42
Kalk	11.11	9.23	9.82	10.72[3]
Natron	12.28	13.10	12.32	15.90
Kali	0.65	—	—	—
Glühverlust	0.37	1.25	1.43	1.91
	100.52	99.37	99.47	100.97

Norwegen

	5. SCHEERER	6 DAMOUR	7 NYLANDER
Chlor	– –	1.11	1.68
Kieselsäure	47.85	45.70	50.47
Tantalsäure } Zirkonerde }	14.05	2.35	14.26
		14.22	
Ceroxyd (La)	2.32	3.60	4.30
Eisenoxydul	7.42	6.83	5.42
Manganoxydul	1.94	2.35	3.67
Kalk	12.06	9.66	9.58
Natron	12.31	11.59	10.46
Glühverlust	0.94	1.83	1.57
	99.55	99.24	101.41

Ein Blick auf diese Zahlen lehrt, dass die Zusammensetzung des Eudialyts noch zweifelhaft ist. Die Differenzen in den Hauptbestandtheilen sind der Art, dass die Atomverhältnisse der einzelnen nicht mit Sicherheit sich ergeben, auch wenn eine wechselnde Vertretung sogenannter isomorpher Körper in Betracht gezogen wird.

[1] Min. Mag. and Journ. 5, (1882).

[2] Analyse II.

[3] Udorin 0.15 MgO.

Die dunklen Punkte in der Kenntniss des Eudialyts sind folgende:

1. Es ist nicht bewiesen, dass der als Zirkonerde bezeichnete Körper derselbe ist wie im Zirkon.
2. Ob Tantal, event. Niob vorhanden ist, steht nicht fest.
3. Die Natur die Cermetalle bedarf weiterer Untersuchung.
4. Der sich wiederholende und bis 2 Procent steigende Glühverlust ist bisher nicht in Rechnung gezogen.

Um diese Punkte durch eine neue Untersuchung aufzuhellen. war es vor allem nöthig, das erforderliche Material zu besitzen. Freiherr von Nordenskiöld hat mir zu diesem Zweck aus dem Stockholmer Riksmuseum nicht nur den grönländischen, sondern auch den norwegischen Eudialyt und zwar diesen von drei Fundstellen der Umgegend Brevigs mitgetheilt, so dass ich ihm die Möglichkeit verdanke, meine Arbeit auszuführen.

Die Zirkonerde, ihre Abscheidung und ihre Eigenschaften.

Die saure Lösung des Eudialyts giebt nach Abscheidung der Kieselsäure mit Ammoniak eine Fällung, in welcher neben den Oxyden des Eisens und Mangans die Zirkonerde, event. aber auch die Cer- und Yttriumoxyde zu suchen sind. Die Methoden zur Trennung dieser Körper sind bis jetzt wenig ausgebildet worden. Zirkonerde trennt man von Eisen und Mangan durch Weinsäure, Ammoniak und Ammonhydrosulfür, von Cer- und Yttrium- durch Oxalsäure. Diese Methoden sind mangelhaft. Wie in dem vorhergehenden Aufsatze gezeigt wurde. ist unterschwefligsaures Natron am besten geeignet, die Zirkonerde zu fällen, und nur Thorerde würde sich eben so verhalten. Ich habe mich daher dieses Reagens sowohl bei der Analyse des Eudialyts als auch behufs Darstellung grösserer Mengen der Erde aus dem Mineral bedient.

Das Verhalten der geglühten Erde zu Schwefelsäure, das der schwefelsauren Lösung zu Ammoniak, vor allem das aus dem Hydrat und Chlorwasserstoffsäure zuletzt krystallisirende



$$ZrOCl^2 + 8aq = (ZrCl^4 + ZrO^2) + 16aq,$$

welches für Zirkonium charakteristisch ist, stimmt mit der Erde aus dem Zirkon gut überein. Zur Sicherheit wurde durch Schmelzen mit saurem Fluorkalium ein Doppelfluorid dargestellt. Bekanntlich hat Berzelius[1] zwei Doppelfluorüre von Zirkonium beschrieben und analysirt. In neuerer Zeit hat Marignac[2] diese Fluozirkoniate krystallographisch

[1] Poggendorff's Annalen 4, 127 (1825).
[2] Ann. de Chim. et de Phys. (3.) 60.

und chemisch genau untersucht, und die Existenz noch einer dritten Verbindung nachgewiesen. Diese Salze sind bei weitem die besten Erkennungsmittel für das Zirkonium, weil sie gut krystallisiren und schwerlöslich sind. Sie bedingen zugleich die Unterscheidung vom Thorium, dessen Fluorid sowohl wie die Verbindungen mit Fluorkalium unlöslich sind.

Das Atomgewicht des Zirkoniums ist nach Berzelius, Hermann und Weibull 89.5, nach Marignac 90.5, wofür er jedoch 90 setzte. Wir werden 89.5 bei der Rechnung zum Grunde legen.

Das ausgezeichnetste jener Salze ist

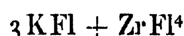


$$2KFl + ZrFl^4,$$

welches zweigliedrige, in 71 Th. Wasser von 15° (in 4 Th. von 100°) lösliche Krystalle bildet.

	Gefunden		Berechnet
	Berzelius	Marignac	
Kalium	27.0	27.48—27.62	27.71
Zirkonium....	32.3	31.80—32.00	31.79

Das zweite Salz

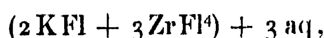


$$3KFl + ZrFl^4$$

krystallisirt in regulären Oktaedern, die durch heisses Wasser in das erste und Zirkoniumfluorid zersetzt werden.

	Gefunden		Berechnet
	Berzelius	Marignac	
Kalium	33.8	33.80—34.18	34.41
Zirkonium....	28.8	26.36—27.15	26.47

Ein drittes Salz



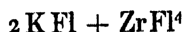
$$(2KFl + 3ZrFl^4) + 3aq,$$

gleichfalls zweigliedrig, wird schon durch Wasser zersetzt.

4.784 des aus grönländischem Eudialyt dargestellten Salzes wurden mit Schwefelsäure erhitzt. Nach wiederholtem lebhaften Glühen liess sich kein constantes Gewicht erhalten, weshalb die Masse mit Wasser und Ammoniak behandelt und einige Zeit im Sieden erhalten wurde. Die Abscheidung gab 2.08 geglühte Zirkonerde, während aus dem Filtrat 2.964 schwefelsaures Kali erhalten wurden. Das Salz enthält also

Kalium.........	27.77
Zirkonium	32.03

Die Analyse beweist, dass es das erste Salz



$$2KFl + ZrFl^4$$

ist, dessen Form und Löslichkeit es auch besitzt.

Dürfte man aus der Analyse das Atomgewicht des Zirkoniums ableiten, so würde dasselbe 89.96 sein.

Hiernach steht fest, dass die Zirkonerde des Eudialyts derselbe Körper ist, wie die des Zirkons.

Der Eudialyt enthält weder Tantal noch Niob.

Scheerer und Damour behaupten die Gegenwart von Tantal- oder Niobsäure im Eudialyt. Wenn aber der Erstgenannte nur 14 Procent Zirkonerde, einschliesslich jener fand, so ist dies eher weniger als das Mineral an reiner Zirkonerde enthält.

Man hat die Gegenwart jener Säuren überhaupt nur dadurch zu constatiren gesucht, dass die mit Fluorwasserstoffsäure und Schwefelsäure behandelte Kieselsäure einen Rückstand lässt, der in Chlorwasserstoffsäure theilweise unlöslich ist. Bei meinen zahlreichen Versuchen fand ich aber, dass die Menge dieses Rückstandes sehr ungleich ist, dass er, mit saurem Kalisulfat geschmolzen, mit Wasser eine Lösung liefert, welche durch Kochen nicht gefällt wird. Ich sehe danach die Gegenwart von Tantal-, Niob- und Titansäure für unerwiesen an, und muss die Substanz für Zirkonerde halten.

Die Cer- und Yttriummetalle des Eudialyts.

Alle Analysen des norwegischen Eudialyts und die des grönländischen von Lorenzen geben 2—3.6 Procent Cer- und Lanthanoxyd an.

Bekanntlich glaubte L. Svanberg im Jahre 1845 gefunden zu haben, dass in schwedischen und norwegischen Zirkonen wenigstens zwei verschiedene Erden vorkommen, davon eine er Norerde nannte, jedoch konnten Berlin, Hermann und Marignac diese Annahme nicht bestätigen. Ebensowenig haltbar ist die Meinung Nylander's, dass die Zirkonerde des norwegischen Eudialyts mehrere Erden enthalte, denn aus seinen Versuchen dürfte folgen, dass er es theils mit reiner, theils mit cerhaltiger Zirkonerde zu thun hatte.[1]

Die Trennung der Zirkonerde von den Cer- und Yttriumoxyden hat man bisher darauf gegründet, dass die erstere in oxalsaurem Ammoniak löslich ist. L. Svanberg[2] hat auf diese Art die Zirkonerde des grönländischen Eudialyts von denjenigen Erden zu scheiden gesucht, deren Oxalate in oxalsauren Alkalien unlöslich sind, d. h. von denen der Cer- und Yttriumgruppe. Nachdem er die Oxalate wiederholt gefällt und zuletzt mit zweifach oxalsaurem Kali gekocht hatte, blieb ein Theil zurück, der, in Oxyd verwandelt, mit Schwefelsäure und schwefelsaurem Kali erhitzt wurde. Durch Wasser wurden

[1] Vergl. Weibull a. o. a. O.

[2] Poggendorff's Annalen 66, 309.

Cer-, Lanthan- und Didymsalze abgeschieden, die er nicht weiter untersucht hat. Allein in dem Filtrat waren noch zwei Körper enthalten, die aus schwefelsaurer Lösung in Krystallen anschiessen. Das eine Sulfat bildet grosse, in kaltem Wasser leichter als in heissem lösliche Krystalle und liefert eine blassgelbe Erde. Aus seiner Analyse schliesst SVANBERG[1], dass, unter Annahme von $R^2S^3O^{12}$ das Atomgewicht des Metalls = 100.2 sei.

Aus der Mutterlauge schiesst ein leichter lösliches Sulfat einer weissen Erde an, deren Metall, wenn sie gleichfalls R^2O^3 ist, das Atomgewicht von 91.5 haben würde.

Wollte man aus diesen Versuchen den Schluss ziehen, das erste Sulfat gehöre dem α-Yttrium (Atomgewicht 104 MARIGNAC), das zweite dem Yttrium (Atomgewicht 89.5 CLEVE) an, so wäre dies bei der mangelhaften Kenntniss der Yttriumgruppe nur ein vorläufiger, indessen hat SVANBERG schon die zweite Erde für wahrscheinlich Yttererde erklärt.

Der Gehalt des Eudialyts an diesen Erden ist jedenfalls ein sehr geringer, da SVANBERG bemerkt, er habe aus grossen Quantitäten des Minerals nur 0.1^g des löslicheren Sulfats erhalten. Bei der Analyse kommen sie kaum in Betracht.

Selbst die Elemente der Cergruppe, welche in allen Eudialyten vorkommen, machen nur wenige Procente aus. Sie finden sich mit der Zirkonerde in dem Ammoniakniederschlage und lassen sich nach dem im vorigen Aufsatz Gesagten durch unterschwefligsaures Natron von jener trennen. Nachdem das Eisen des Filtrats oxydirt, die freie Säure fast entfernt, die Flüssigkeit mit kohlensaurem Natron neutralisirt ist, fällt man mit Oxalsäure. Allein hierdurch erhält man nicht die ganze Menge der Ceritoxyde, sondern es fällt später ein Theil mit dem Eisenoxyd, ein anderer mit dem (durch Bromwasser und Erhitzen erhaltenen) Manganoxyd nieder. Beide wurden mit saurem Kalisulfat geschmolzen und nachdem die Lösung mit schwefelsaurem Kali gesättigt war, wurden die Abscheidungen in Säure gelöst, mit Ammoniak gekocht und die Niederschläge geglüht.

Die geglühten Oxyde besitzen die Zimmtfarbe der rohen Ceritoxyde und lösen sich unter Chlorentwickelung mit gelber Farbe in Chlorwasserstoffsäure auf. Um sie frei von Kalk zu erhalten, wurden sie mit Ammoniak gefällt und in Sulfate verwandelt. Diese bilden schwach röthliche Krystalle, sind in Wasser träge löslich und verhalten sich in jeder Beziehung wie ein Gemisch der Sulfate von Cer, Lanthan und Didym.

[1] Ihm gebührt die Priorität bezüglich der Annahme, die Basen der Cer- und Yttriumsalze seien R^2O^3.

0.505 wurden mit Schwefelsäure erhitzt und gaben constant 0.876 Sulfat. Ist dies $R^2S^3O^{12}$, so wäre R hiernach = 139.5, eine Zahl, welche zwar keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit macht (schon darum, weil das Cer in dem Gemenge nicht als Ce^2O^3, sondern als CeO^2 enthalten ist), doch beweist, dass diese braunen Oxyde der Cergruppe angehören.

Alle bisherigen Analysen des Eudialyts geben einen Glühverlust von 1—2 Procent an.

Bei Temperaturen bis 300° verliert das Mineral in Pulverform nur sehr unbedeutend an Gewicht. Steigert man die Temperatur bis zum schwachen Glühen, so tritt eine Gewichtsabnahme ein, während die Farbe des Pulvers unverändert bleibt. Nach längerem und stärkerem Glühen bemerkt man eine Gewichtszunahme, von der höheren Oxydation eines Theiles Eisenoxydul herrührend, welche sich auch dadurch zu erkennen giebt, dass die röthliche Farbe des Pulvers sich in eine gelbliche verwandelt. Der Gewichtsverlust besteht in Wasser, und die Art wie dasselbe entweicht, führt zu der Annahme, dass sein Wasserstoff zum Natrium der Verbindung gehört.

Das geglühte Pulver ist theilweise geschmolzen, theilweise gesintert, bildet aber mit Chorwasserstoffsäure noch immer eine Gallerte.

Alle Abänderungen des Eudialyts enthalten Eisenoxydul. In dem rothen grönländischen, welcher mit Chlorwasserstoffsäure eine schwach gelbe Gallerte liefert, zeigt Rhodankalium nur eine Spur Eisenoxyd an. Die des geglühten dagegen ist gelb gefärbt und reagirt auf Eisenoxydul und Oxyd. Die drei norwegischen Eudialyte, welche ich untersucht habe, und welche ein grauröthliches (Brevig) oder gelbliches (Arö und Sigterö) Pulver geben, enthalten etwas mehr Eisenoxyd als der grönländische, doch scheint dasselbe eine secundäre Bildung zu sein, wie denn in der braunrothen Masse sich hier und da Parthieen von der rothen Farbe des grönländischen Eudialyts finden.

Die Bestimmung des Chlors geschah durch Schmelzen einer Probe mit kohlensaurem Natron und Ausziehen mit Wasser. Man hat dann weniger eine Beimischung von Kieselsäure im Chlorsilber zu befürchten.

Nach dem bereits Gesagten ist der Gang der Hauptanalyse nur kurz zu erwähnen. Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure, Verdampfen im Wasserbade zur Trockne, abermaliges Eindampfen mit der Säure, Befeuchten mit derselben und Erhitzen mit Wasser.

Der ungelöst bleibende Rückstand, bestehend aus Kieselsäure und Zirkonerde, ist wohl keine bestimmte Verbindung. Das Atomverhältniss Zr : Si liegt in den Grenzen 1 : 12 bis 1 : 20. Er wurde nach dem Glühen und Wägen mit Fluorwasserstoffsäure, zuletzt mit Schwefelsäure bis zur anfangenden Verflüchtigung derselben erhitzt.

Nach Digestion mit Chlorwasserstoffsäure wurde mit Ammoniak die Zirkonerde gefällt.[1] Oxalsäure trübte nur bisweilen das Filtrat, immer jedoch war die Fällung von Kalk sehr gering.

Das Filtrat von der Kieselsäure wurde erhitzt, mit Ammoniak übersättigt und rasch und bei möglichst abgehaltenem Luftzutritt filtrirt. Der Niederschlag, Zirkonerde, Eisen, Mangan und Ceroxyd enthaltend, wurde in Chlorwasserstoffsäure gelöst, mit kohlensaurem Natron fast neutralisirt und nach reichlichem Verdünnen mit unterschwefligsaurem Natron versetzt. Sobald die entstehende dunkle Färbung wieder verschwunden war, erhitzte man und unterhielt das Sieden mindestens eine halbe Stunde. Nach dem Erkalten wurde die Zirkonerde auf's Filtrum gebracht, das Filtrat concentrirt, durch chlorsaures Kali oxydirt und mit kohlensaurem Natron neutralisirt. Oxalsäure fällte dann die Ceritoxyde. Die Trennung von Eisen und Mangan geschah durch kohlensaures und essigsaures Natron, und die Fällung des Mangans durch Bromwasser und Erhitzen der Flüssigkeit. Schon oben wurde bemerkt, dass beide Oxyde nachträglich mit saurem schwefelsaurem Kali geglüht werden mussten, um ihren Gehalt an Ceritoxyden zu erfahren.

Aus dem Filtrat vom Ammoniakniederschlag schlug oxalsaures Ammoniak den Kalk nieder, während die Flüssigkeit verdampft wurde, um das Natron als Chlornatrium zu bestimmen. Seinen Kaligehalt ergab Platinchlorid. Im Übrigen wurde die Reinheit des Chlornatriums constatirt.

Meist wurde das Eisenoxydul nassanalytisch in einer besonderen Probe bestimmt. Um die Menge jenes in dem geglühten Mineral zu ermitteln, ist auch wohl das aus ihm erhaltene Boraxglas benutzt worden.

Zur Analyse standen mir vier Abänderungen des Eudialyts zur Verfügung: 1. der grönländische von Kangerdluarsuk, 2. von Brevig, 3. von Sigterö bei Brevig und 4. von Arö bei Brevig. Das grönländische Vorkommen ist bekannt Von den norwegischen, welche Nordenskiöld mir mittheilte, ist das von Brevig (ohne specielle Angabe der Fundstelle) derb, körnig, von graurother Farbe, roth durchscheinend. Beide Abänderungen geben ein röthliches Pulver, welches bei dem letzteren etwas dunkler ist. Der Eudialyt von Sigterö ist gleich dem von Arö gelbbraun; beide geben ein gelbes Pulver. Wir werden weiterhin sehen, dass dies zu der Zusammensetzung in Beziehung steht, und dass diese vier Eudialyte zwei bestimmten Verbindungen entsprechen.

[1] Sehr wahrscheinlich enthält sie Cer- und Yttriumoxyde, deren geringe Menge jedoch ihre Bestimmung nicht zulässt. In einem Versuche wurden 91 Procent dieser Zirkonerde durch unterschwefligsaures Natron gefällt.

I. Grönland.

Volumgewicht = 2.928.

	1.	2.	3.	4.	5.
Chlor	1.53	—	—	—	1.36
Kieselsäure	49.37	49.84	50.09	49.86	49.62
Zirkonerde	15.09	14.01	14.05	14.28	14.12
Ceroxyd		2.35	2.49	2.60	2.50
Eisenoxydul	6.58	5.96	6.34	5.12	7.16
Manganoxydul	1.12	0.64	0.75	1.14	1.34
Kalk	10.83	10.77	10.30	11.02	9.66
Natron	12.83	13.32	13.53	13.76	13.24
Kali	0.66	0.75	0.44		
Wasser	1.24	—	—	1.24	—

Dieser Eudialyt enthält eine kleine Menge Eisenoxyd. Volumetrisch ergaben sich 1 Procent desselben und 6.3 Procent Oxydul.

II. Brevig.

Volumgewicht = 2.908.

	1.	2.
Chlor	1.57	—
Kieselsäure	48.88	48.91
Zirkonerde	15.17	16.10
Ceroxyd	4.07	3.38
Eisenoxydul	7.28	6.54
Manganoxydul	0.52	0.93
Kalk	10.63	10.57
Natron	8.80	9.74
Kali	1.24	
Wasser	2.50	2.65

III. Sigterö.

Volumgewicht = 3.081

	1.	2.
Chlor	1.70	—
Kieselsäure	46.68	46.98
Zirkonerde	15.43	14.52
Ceroxyd	—	4.02
Eisenoxydul	7.32	6.42[1]
Manganoxydul	2.82	2.55
Kalk	11.76	10.70
Natron	11.24	—
Kali	0.42	—
Wasser	0.90	0.75

[1] Volumetrisch 5.50 Procent.

IV. Arö.

Volumgewicht = 3.000.

	1.	2.	3.
Chlor	1.44	—	—
Kieselsäure	46.84	62.59	46.14
Zirkonerde	16.09		15.40
Ceroxyd	5.19	—	—
Eisenoxydul	5.92[1]	6.45	7.59
Manganoxydul	1.50	2.95	2.63
Kalk	10.52	10.59	10.73
Natron	10.70	10.29	—
Kali	0.50	0.37	—
Wasser	1.77	—	—

Wir lassen nun zunächst die relativen Mengen der einzelnen Elemente folgen (Zr = 89.5, Ce = 140):

	I. Grönland.					II. Brevig.	
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.
Cl	1.53	—	—	—	1.36	1.70	—
Si	23.04	23.26	23.37	23.27	23.15	22.81	22.82
Zr	11.11	10.32	10.35	10.52	10.40	11.16	11.86
Ce	—	2.00	2.12	2.22	2.13	3.47	2.90
Fe	5.12	4.63	4.93	3.98	5.57	5.66	5.09
Mn	0.87	0.50	0.58	0.89	1.04	0.40	0.72
Ca	7.73	7.70	7.34	7.87	6.90	7.59	7.55
Na	9.52	9.90	10.04	10.21	9.82	6.53	7.23
K	0.55	0.62	0.37			1.03	
H	0.14	—	—	0.14	—	0.28	0.29

	III. Sigterö.		IV. Arö.		
	1.	2.	1.	2.	3
Cl	1.70	—	1.44	—	—
Si	21.78	21.92	21.86	—	21.53
Zr	11.44	10.70	11.85	—	11.34
Ce	—	3.43	4.43	—	—
Fe	5.69	4.99	4.60	5.02	5.90
Mn	2.19	1.98	1.17	2.29	2.05
Ca	8.40	7.64	7.51	7.56	7.66
Na	8.34	—	7.94	7.63	—
K	0.35	—	0.41	0.31	—
H	0.10	0.08	0.20	—	—

[1] Volumetrisch 5.98 Procent.

Atomverhältnisse.

	I. 1.	I. 2.	I. 3.	I. 4.	I. 5.	II. 1.	II. 2.
Cl	4.3	—	—	—	3.8	4.8	—
Si	82.3	83	83.5	83	82.7	81.5	81.5
Zr	12.4	11.5	11.6	11.8	11.6	12.5	13.2
Ce	—	1.4	1.5	1.6	1.5	2.5	2.0
Fe, Mn	10.7	9.2	9.8	8.7	11.8	10.8	10.4
Ca	19.3	19.2	18.3	19.6	17.2	19.0	19.0
Na, K	42.8	44.6	44.6	44.4	42.7	31	31.4
H	13.8	—	—	—	13.8	28	29

	III. 1.	III. 2.	IV. 1.	IV. 2.	IV. 3.
Cl	4.8	—	4.0	—	—
Si	77.8	78.3	78.0	—	77.0
Zr	12.8	12.0	13.2	—	12.7
Ce	—	2.0	3.1	—	—
Fe, Mn	14.0	12.5	10.3	13.0	14.2
Ca	21.0	19.0	18.7	18.9	19.1
Na, K	37.2	—	35.5	34.0	—
H	10	8	20	—	—

Die hieraus folgenden Proportionen sind aus beifolgender Tabelle zu ersehen.

Atomverhältnisse nach Abzug von Chlornatrium.

	R' : Si	Zr : Si	Ce : R''	R'' : Si, Zr	R'', 3/2 Ce : Si, Zr	R'' : Na, H	H : Na	Na Cl : R'
I. 1.	1.97 : 1	1 : 6.7	—	1 : 3.15	—	1 : 1.75		
2.	1.95	7.2	1 : 20	3.26	1 : 3.10	1.9		
3.	1.95	7.2	19	3.40	3.13	1.9	1 : 3	12 : 1
4.	1.97	7.0	18	3.35	3.10	1.9		
5.	1.95	7.1	19	3.25	3.02	1.8		
II. 1.	2.10	6.5	12	3.16	3.10	1.8	1 : 1	11.3 : 1
2.	2.12	6.2	15	3.22	2.92	1.8		
III. 1.	2.10	6.1	—	2.59	—	1.2	1 : 4	9 : 1
2.	2.01	6.5	16	3.00	2.62	1.3		
IV. 1.	2.20	6.0	10	3.15	2.72	1.8	1 : 1.5	12.9 : 1
3.	2.17	6.0	—	2.70	—	1.5		

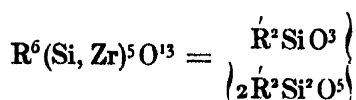
Na, H $= R'$

$R'' = 2R'$

Ce $= 3R'$

Zr $= 4R'$.

Die Natur des Eudialyts lässt eine zweifache Deutung zu je nach der Rolle, welche das Zirkonium spielt. Sein Oxyd ist ein amphoteres, allein sein basischer Charakter ist vorherrschend, wenn auch nicht in dem Grade exclusiv, wie derjenige der Thorerde. Wird die Zirkonerde im Eudialyt den basischen Oxyden zugezählt, ist also das Mineral ein Silicat, und zwar, wie die erste Columne der Tabelle ergiebt, ein normales Silicat, so gelangt man bei der Rechnung zu Formeln, welche den Versuchen allerdings im Ganzen entsprechen. Aber noch weit besser ist die Übereinstimmung von Versuch und Rechnung, wenn Zirkonium und Silicium zusammengelegt werden, so dass das Ganze einem sauren Zirkonosilicat,



$$R^6(Si, Zr)^5O^{13} = \left\{ \begin{matrix} \acute{R}^2SiO^3 \\ 2\acute{R}^2Si^2O^5 \end{matrix} \right\}$$

entspricht, welches mit NaCl verbunden ist.

Den Analysen gemäss unterscheiden sich die Eudialyte von Grönland (I) und Brevig (II) von denen von Sigterö (III) und Arö (IV) durch das Verhältniss $\overset{\prime\prime}{R} : \overset{\prime}{R}$, welches bei jenen = 1 : 2, bei diesen = 3 : 4 ist, durch das von Zr : Si, bei jenen = 1 : 7, bei diesen = 1 : 6, und das von Fe. Mn : Ca, bei jenen = 1 : 2, bei diesen = 2 : 3.

Die Unterschiede der einzelnen sind untergeordneter Art, nämlich

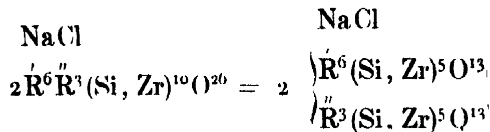
	$Ce : \overset{\prime\prime}{R}$	Na : H
I.	1 : 19	3 : 1
II.	1 : 11	1 : 1
III.	1 : 14	4 : 1
IV.	1 : 9	1.5 : 1

	I. Grönland.		II. Brevig.	
	Berechnet	Gefunden	Berechnet	Gefunden
Cl	1.68	1.53	1.70	1.57
SiO^2	49.67	49.62	49.24	48.91
ZrO^2	14.36	14.28	16.61	16.10
Ce^2O^3	2.28	2.35	3.93	4.07
FeO	6.47	6.26	6.31	7.17
CaO	10.07	10.30	9.83	10.57
Na^2O	14.66	13.83	10.40	10.04
H^2O	1.28	1.24	2.59	2.65
	100.68		100.61	

	III. Sigterö.		IV. Arö.	
	Berechnet	Gefunden	Berechnet	Gefunden
Cl	1.31	1.70	1.31	1.44
SiO^2	47.36	46.98	47.47	46.84
ZrO^2	15.98	15.53	16.02	16.09
Ce^2O^3	3.62	4.02	5.45	5.19
FeO	8.90	8.97	8.62	9.40
CaO	10.39	10.70	10.05	10.52
Na^2O	12.10	11.52	10.30	10.54
H^2O	0.79	0.75	1.33	1.77
	100.45		100.55	

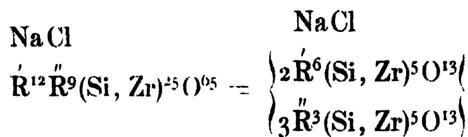
Die Formeln sind also

I. II.



$$\begin{matrix} NaCl \\ 2\overset{\prime}{R}{}^6\overset{\prime\prime}{R}{}^3(Si, Zr)^{10}O^{26} \end{matrix} = 2 \begin{cases} NaCl \\ \overset{\prime}{R}{}^6(Si, Zr)^5O^{13} \\ \overset{\prime\prime}{R}{}^3(Si, Zr)^5O^{13} \end{cases}$$

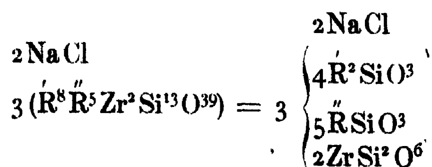
III. IV.



$$\begin{matrix} NaCl \\ \overset{\prime}{R}{}^{12}\overset{\prime\prime}{R}{}^9(Si, Zr)^{25}O^{65} \end{matrix} = \begin{cases} NaCl \\ 2\overset{\prime}{R}{}^6(Si, Zr)^5O^{13} \\ 3\overset{\prime\prime}{R}{}^3(Si, Zr)^5O^{13} \end{cases}$$

Während wir diese Formeln für den besten Ausdruck der Eudialytmischung halten, dürfen wir jene zweite Betrachtungsweise nicht ausser Acht lassen, welche das Mineral als eine Bisilicatmischung auffasst.

Mit einer kleinen Änderung der Proportion $\overset{\prime\prime}{R} : \overset{\prime}{R}$ in 1 : 1.6 statt 1 : 2 lässt sich dann für die Eudialyte I und II die Formel



$$\begin{matrix} 2NaCl \\ 3(\overset{\prime}{R}{}^8\overset{\prime\prime}{R}{}^5Zr^2Si^{13}O^{39}) \end{matrix} = 3 \begin{cases} 2NaCl \\ 4\overset{\prime}{R}{}^2SiO^3 \\ 5\overset{\prime\prime}{R}SiO^3 \\ 2ZrSi^2O^6 \end{cases}$$

construiren, deren Berechnung ergiebt:

	I.	II.
Cl	1.49	1.52
SiO^2	48.88	50.00
ZrO^2	15.23	15.57
Ce^2O^3	2.57	3.50
FeO	7.14	7.18
CaO	11.11	11.19
Na^2O	12.95	9.27
H^2O	1.23	2.30
	100.60	100.53
SiO^2, ZrO^2	64.11	65.57
Gefunden im Mittel	64.07	64.53

Einfacher gestaltet sich die Annahme der Silicatmol. = 5 : 5 : 2, d. h. also $\overset{''}{R} : \overset{'}{R} = 1 : 2$, bedingt aber fast 15 Procent Natron und nur 63.25 $(Si, Zr)O^2$ für den Eudialyt von Grönland.

Oracanthus und Coelodon, verschiedene Gattungen einer und derselben Familie.

Von Prof. FLORENTINO AMEGHINO
in Córdoba (Argentina).

(Vorgelegt von Hrn. Fr. E. SCHULZE.)

In den Sitzungsberichten der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1885 S. 567, befindet sich unter der Überschrift: »Berichtigung zu *Coelodon*« eine kurze Mittheilung des Hrn. BURMEISTER über zwei halbe, dem merkwürdigen Edentaten angehörige Unterkiefer, das ich unter dem Namen *Oracanthus* BURMEISTERI beschrieben habe. (Boletin de la Academia Nacional de Ciencias, Tomo VII, p. 499 u. ff.)

Darin erklärt Hr. BURMEISTER *Oracanthus* und *Coelodon* für identisch.

Um beide zu identificiren, nimmt Hr. BURMEISTER an, es sei ein Irrthum, dem letzteren drei Unterzähne als charakteristisch zuzuschreiben: diese Zahl finde sich nur in der ersten Jugend des Thieres. Dass dem so sei, fährt er fort, beweise ein halber Unterkiefer eines schon ausgewachsenen Individuums, von dem er eine Zeichnung giebt. Nun hat dieser Kiefer in der That vier Zähne, die Hr. BURMEISTER dem *Coelodon* einzig und allein deshalb zueignet, weil die Zähne dieselbe Form haben, während doch ihre Zahl und ihre Grössenunterschiede sich einer derartigen Classificirung entgegenstellen, und während andererseits die Ähnlichkeit der Zähne durchaus ohne Bedeutung ist. Es finden sich ja zahlreiche Fälle von unterschiedenen Arten mit ähnlichen Zähnen, wie z. B. das von ihm selbst in seiner Arbeit angeführte Beispiel von *Coelodon* und *Megatherium* zeigt.

Die Länge, welche Hr. BURMEISTER dem ganzen Kiefer des von REINHARDT beschriebenen Exemplars giebt, ist das Resultat einer Annahme, die sich auf die Grössenverhältnisse dessen stützt, was seiner Vermuthung nach zu demselben Genus gehört; doch müsste man auch wissen, ob beide Exemplare zu derselben Species gehören, wenn man richtig veranschlagen will.

Vergleicht man diese von Hrn. BURMEISTER angenommene Grösse mit derjenigen der Kiefer von *Oracanthus*, so ergiebt sich, dass das

Reinhardt'sche Exemplar einem fast neugeborenen Individuum angehören müsse, dem der letzte Unterzahn noch nicht gewachsen sei; während doch die veröffentlichten Abbildungen, in denen die Zähne schon ziemlich abgebraucht erscheinen, gerade das Gegentheil beweisen.

Indessen Hr. Burmeister besteht darauf, dass vier die Zahl der Unterzähne des *Coelodon* sei und begründet die Conjectur damit, dass der Kiefer — den er ohne ausreichenden Grund dem *Coelodon* zuerkennt — diese Zahl aufweise und dass dieselbe an einem anderen halben Unterkiefer eines jüngeren Individuums wiederkehre, der ebenfalls nicht *Coelodon*, sondern *Oracanthus* angehört.

Die von Hrn. Burmeister den Kiefern gegebene Grösse beweist genau das Gegentheil von seiner Behauptung. Wenn die Länge des *Coelodon*-Unterkiefers zwischen 13 und 25^{cm} schwankt, wie kann man dann behaupten wollen, dass das Individuum, dessen Kiefer nur 16^{cm} lang ist, den vierten Zahn schon völlig entwickelt habe, während man nicht eine Spur desselben an dem Individuum findet, dessen Kiefer nur 3^{cm} weniger aufweist? Die Bemerkung von Gervais bezieht sich doch nur auf die Frage, ob die blattfressenden Edentaten Ersatzzähne hatten oder nicht. Es ist doch nicht anzunehmen, dass Gervais so vergesslich gewesen sein sollte, falls er wirklich das Rudiment des vierten Zahnes bemerkt hätte! Wie geht es zu, dass Lund, dem wir doch die Zahnformel des Thieres verdanken, nichts davon beobachtet hat? Wie kann man annehmen, dass ein in seinen Beschreibungen so gewissenhafter Gelehrter, wie Reinhardt, der sich gerade mit dieser Frage beschäftigte, das Rudiment des vierten Zahnes übersehen haben sollte?

Noch mehr, nachdem Hr. Burmeister mit seinen Annahmen dargethan zu haben glaubt, dass *Coelodon* vier Unterzähne habe, folgert er daraus die neue, dass dasselbe auch fünf, und nicht vier Zähne im Oberkiefer gehabt haben müsse. Mit dem Hinweis auf die constante Wiederkehr der Zahnformel $^5/_4$ bei den blattfressenden Edentaten begründet Hr. Burmeister seine neue Behauptung, während er doch wissen muss, dass einige Unterkiefer von *Scelidotherium* und *Lestodon* fünf Unterzähne aufweisen. (Verfasser dieses kennt sogar einen Fall von sechs Unterzähnen und einen anderen von sechs Oberzähnen). Das *Tetrodon* hat doch vier Zähne im Oberkiefer und esgiebt ein *Megatherium (Essonodontherium)*, welches $^4/_3$ zeigt; das *Sphenodon* weist $^4/_4$ auf — weshalb man es doch nicht mit *Scelidotherium* identificiren darf — und das *Grypotherium* gleichfalls $^4/_4$.

Erwiesen ist, und niemand hat es bis jetzt angezweifelt, dass die Zähne der blattfressenden Edentaten sich sämmtlich von der ersten Jugend an in Thätigkeit befinden. Hr. Burmeister selbst giebt dies

für das *Scelidotherium* und *Mylodon* zu, weil er von denselben jüngere Individuen kennt. Weshalb es denn nicht auch für *Coelodon* und *Megatherium* zugestehen? Ohne Beweise anzunehmen, dass bei diesen Arten das Gegentheil stattfindet, ist eine Hypothese, die mit allen unseren Kenntnissen über das Gebiss der gravigraden Edentaten und mit der Übereinstimmung der Charaktere, welche dieselben zeigen, in Widerspruch steht. Zur Vertheidigung seines Satzes citirt Hr. Burmeister das *Megatherium* Gervaisi mit $^4/_3$, das, wie er glaubt, ein junges Exemplar von *Megatherium americanum* sei: eine gleichfalls grundlose Voraussetzung, da ich in Europa den Schädel und das Skelett in den Händen hatte und dafür eintreten kann, dass dieselben von einem erwachsenen Individuum sind.

Ebenso ist es nur eine Vermuthung Hrn. Burmeister's, dass die beiden von Lund beschriebenen Species und die dritte. Reinhardt'sche, einer und derselben Species angehören. Wenn man Hrn. Burmeister's Satz als richtig anerkennte, so müsste man auch annehmen, dass die dritten oder vierten in Brasilien vorgefundenen Exemplare sämmtlich junge Individuen gewesen seien, denen der letzte Unterzahn noch nicht gekommen, während die dritten in Buenos Aires an verschiedenen und räumlich sehr getrennten Orten entdeckten, wunderbarerweise alle erwachsenen Individuen zukämen, bei denen derselbe Zahn vollkommen entwickelt wäre, von dem sich nicht eine Spur an den brasilianischen Exemplaren vorfindet.

Ich will mich nicht weiter mit den Vermuthungen des Hrn. Verfassers beschäftigen, doch möge es mir gestattet sein, kurz einige Worte über die Zeichnungen einfliessen zu lassen, mit denen er seinen Aufsatz bereichert hat. Dieselben beweisen nämlich gerade, dass *Coelodon* und *Oracanthus* zwei verschiedene Gattungen sind, und die Geschicklichkeit, mit der Hr. Burmeister seinen Satz vertheidigt, wird keinen in der Sache bewanderten Naturforscher überzeugen können.

Fig. 1 giebt den Unterkiefer eines jungen Individuums, bei welchem die Zähne durch den Gebrauch noch nicht angegriffen sind: jeder Zahn lässt zwei sehr hohe Querkämme sehen, die durch eine tiefe Furche getrennt sind. Diese Form der Zahnkrone des jungen Thieres war mir schon genügend bekannt: ich habe dieselbe in meinem Aufsatz über *Oracanthus* (Boletin de la Academia etc., a. a. O.) erwähnt.

Fig. 2 bringt das Unterkiefergebiss eines anderen, noch jüngeren Individuums, das wahrscheinlich sogar noch jünger ist, als das von Reinhardt beschriebene *Coelodon*. Diese Abbildung zeigt den vierten Zahn schon völlig entwickelt und mit einer Krone von ungefähr derselben Form, wie die anderen, obwohl mit kleinerer Fläche, wie denn auch die Grösse des Zahns überhaupt geringer ist. Auf diese geringere

Grösse legt Hr. Burmeister ein so bedeutendes Gewicht, als offenbaren Beweis dafür, dass es ein Zahn sei, der den Kiefer lange Zeit nach den anderen durchbrach. Indessen beweist diese Kleinheit gar nichts. Die geringe Grösse des vierten Zahns ist einfach eine generische Eigenschaft, wie es Beschreibung und Abbildung darthun, die ich von dem Unterkiefer eines weit älteren Individuums gegeben: darin erscheint derselbe Zahn ebenfalls in viel geringerer Grösse und mit einer Krone, deren Oberfläche bedeutend kleiner ist als bei den anderen Zähnen.

Aus alledem erhellt, dass die beiden von Hrn. Burmeister beschriebenen Kiefer dem Jugendzustand von *Oracanthus* Burmeisteri und nicht dem reifen Alter des *Coelodon* entsprechen.

Ausgegeben am 13. Mai.

1886.

XXV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

6. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Vahlen las über die Annalen des Ennius.

Die Abhandlung erscheint in den Denkschriften der Akademie.

2. Hr. Conze überreichte die von Hrn. Dr. Moritz in Syrien gesammelten Inschriften.

Jahresbericht über die Thätigkeit des Kaiserlich deutschen archaeologischen Instituts.

(In der öffentlichen Sitzung am 25. März 1886 erstattet von Hrn. Conze [s. oben S. 354].)

Das zu Ende gehende Rechnungsjahr ist für das Kaiserlich deutsche archaeologische Institut in reichlichem Maasse ein Jahr der Vorarbeiten, weniger ein Jahr der Abschlüsse gewesen. Die Geschäfte der Centraldirection erforderten ausser der regelmässigen Plenarversammlung im April noch eine ausserordentliche im August; aber auch einen Gedenktag hatten wir zu feiern. Der erste Secretar in Rom, Hr. W. Henzen, beging unter warmer Theilnahme eines weitverbreiteten Freundeskreises sein siebzigjähriges Geburtsfest, und unter den dargebrachten Gaben erinnert die Marmorbüste Henzen's welche im Bibliotheksaale aufgestellt wurde, an Alles, was das Institut dem würdigen Gelehrten während seiner vierzigjährigen Amtsführung verdankt. Während man so in Rom auf die Vergangenheit zurückblickte, wurde bei der jüngeren Zweiganstalt in Athen die Arbeitseinrichtung vervollständigt durch die Schaffung einer zweiten etatsmässigen Secretarstelle. Nachdem dieselbe von Seiner Majestät dem Kaiser genehmigt ist, wird die Centraldirection die statutenmässige Mitwirkung der Akademie für einen Besetzungsvorschlag in Anspruch nehmen.

Die durch den Erlass Seiner Durchlaucht des Hrn. Reichskanzlers vom März v. J. angeordnete Änderung im Gebrauche der Sprachen bei den Verhandlungen und in den Publicationen des römischen Zweiginstituts hat den Anlass gegeben noch andere Änderungen zunächst für die Publicationen des Instituts herbeizuführen. Deren Nothwendigkeit hatte schon seit einiger Zeit theils aus wissenschaftlichen, theils aus Gründen der äusseren Lage den Näherstehenden sich fühlbar gemacht. Vom Jahre 1886 an gehen in Folge dessen die »Monumenti inediti« und »Annali«, sowie die »archaeologische Zeitung«

ein. An Stelle der »Monumenti« tritt eine in einem wesentlichen Punkte anders organisirte Publication unter dem Titel »antike Denkmäler«, an Stelle der »Annali« und der »archaeologischen Zeitung« ein »Jahrbuch«; »Denkmäler« und »Jahrbuch« erscheinen in Berlin unter Leitung der Centraldirection. Daneben geben die Secretariate in Rom und Athen, jedes eine Zeitschrift unter dem Titel »Mittheilungen des Instituts« heraus, in Athen ziemlich unverändert nach bisheriger Weise — in Rom mit einer Erweiterung des früheren »Bullettino«. Unverändert bleibt die »Ephemeris epigraphica«.

Der Abschluss der bisherigen periodischen Publicationen steht bevor; zu allernächst kommt zur Ausgabe das Schlussheft der archaeologischen Zeitung und das letzte der athenischen Mittheilungen für 1885, sodann das Heft der »Monumenti« und der Band der »Annali« für dasselbe Jahr.

Von den sogenannten Serienpublicationen ist in diesem Jahre Nichts zum Erscheinen gebracht.

Bei dem unter Leitung des Hrn. Robert in Herstellung begriffenen Bande der römischen Sarkophage hat man sich mit ungewöhnlichen Herstellungsschwierigkeiten auseinanderzusetzen gehabt. Sie scheinen jetzt überwunden, so dass wir auf die Herausgabe des Bandes im bevorstehenden Rechnungsjahre zählen dürfen. Hr. Eichler arbeitete für die Sarkophage nach Hrn. Robert's Weisungen in Italien.

Die Arbeiten für die Sammlung der antiken Terracotten galten unter Leitung des Hrn. Kekulé besonders den beiden Bänden, welche die unteritalischen Fundstücke und die Reliefs, welche bisher am meisten durch die ehemals Campana'sche Sammlung bekannt sind, umfassen sollen. Hr. von Rohden und der Zeichner Hr. Otto waren zu dem Ende in Neapel, Capua und Rom thätig.

Die Förderung der Herausgabe der etruskischen Urnen und Spiegel wurde durch schwere, aber glücklich überstandene Erkrankung des Hrn. Körte gehemmt, doch sind die Tafeln für den zweiten Band der Urnen nahezu ganz, die für den dritten zu einem grossen Theile fertig, und auch von den Spiegeln sind zwei neue Lieferungen dem Erscheinen nahe gebracht.

Für die Fortsetzung der Wiener Sammlung der griechischen Grabreliefs konnte Hr. Conze einen Aufenthalt in Athen zu Ende vorigen Jahres verwerthen und die Vollendung der dortigen Arbeiten Hrn. Löwy übertragen, während Hr. Postolakkas ständig dem Unternehmen seine Aufmerksamkeit widmete. Ausserdem arbeitete Hr. Kieseritzky für die südrussischen griechischen Grabreliefs vor.

Für die attischen Karten der HH. Curtius und Kaupert ist die topographische Aufnahme in beabsichtigtem Umfange zum Ab-

schlusse gekommen. Die Reinzeichnung der Originalaufnahmen ist theils beendet, theils der Vollendung nahe und vier Blätter sind im Stiche begonnen.

Das Repertorium der archaeologischen Litteratur, zunächst als Vorarbeit für die Serie der antiken Statuen gefasst, hat in diesem Jahre ganz geruht; das Bedürfniss nach einer Vermehrung der Arbeitskraft bei der Centraldirection macht sich auch an dieser Stelle geltend.

Von den Iwanoff'schen Darstellungen aus der heiligen Geschichte, deren Herausgabe dem Institute testamentarisch übertragen ist, erschien das 11. Heft, das 12. ist zur Herausgabe fertig, das 13. in Arbeit; mit dem 14. wird dieser Theil der Verpflichtungen des Instituts gegen den Erblasser erfüllt sein.

Bei dem römischen Zweiginstitute nahmen die Sitzungen und Erkundungen, letztere mit besonderer Rücksicht auf Etrurien und Pompeji, in gewohnter Weise ihren Fortgang. Bei den archaeologischen und epigraphischen Cursen war die Betheiligung junger Gelehrter eine recht zahlreiche. Es lässt sich nicht verkennen, dass die Aufgabe des Instituts als Lehranstalt in bedeutungsvollem Wachsen ist. — Die durch vorjährige Schenkung ansehnlich vermehrte Platner'sche Bibliothek wurde in einem eigenen Zimmer neben der römischen Institutsbibliothek fertig aufgestellt, der Catalog im Druck vollendet; Eröffnung dieser Bibliotheksabtheilung und Ausgabe des Catalogs stehen unmittelbar bevor.

Von dem athenischen Secretariate wurde eine noch nicht beendete Aufnahme der antiken Ansiedelungsreste auf der Insel Lesbos durch Hrn. Koldewey und eine Bereisung der Inseln Cypern, Amorgos und Melos durch Hrn. Dümmler veranlasst, letztere mit dem Zwecke, auf Cypern die in Bezug auf ihre wissenschaftliche Zuverlässigkeit Zweifeln unterworfenen Ausgrabungsberichte an Ort und Stelle nachzuprüfen, auf allen drei genannten Inseln aber den Spuren vorhellenischer Bevölkerungen nachzugehen. Hr. Dörpfeld nahm eine Ausgrabung an dem dorischen Tempel zu Korinth vor, durch welche der Grundriss des Baues festgestellt wurde, und begann die Aufnahme des dionysischen Theaters in Athen. Die den HH. Furtwängler und Löschke übertragene Herausgabe der »mykenischen Thongefässe« ist nahezu bis zur Vollendung der Drucklegung gediehen. Sitzungen und Vorträge fanden auch in Athen in gewohnter Weise statt.

In der ordentlichen Plenarversammlung der Centraldirection wurden ausser anderen Gelehrten, Mitarbeitern und Helfern des Instituts zu Mitgliedern desselben ernannt zwei Träger im grossen Stile durchgeführter archaeologischer Untersuchungen, die HH. Schliemann und Graf Lanckoronski, welcher letztere seine Betheiligung an den öster-

reichischen Arbeiten im südwestlichen Kleinasien bis zur Ausrüstung einer eigenen Expedition nach Pamphylien, deren Ergebnisse bereits zur Herausgabe vorbereitet werden, gesteigert hat.

Die Reisestipendien für 1885/86 wurden auf Vorschlag der Centraldirection vom Auswärtigen Amte den HH. Böhlau, Hartwig, Köpp und Schuchhardt, sowie das für christliche Archaeologie Hrn. Merz verliehen.

Ausgegeben am 13. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.
XXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

13. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

Hr. Curtius las über Athen unter den Pisistratiden.

Ausgegeben am 27. Mai.

1886.
XXVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

20. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Schrader las über die מלכת השמים und ihr aramäisch-assyrisches Aequivalent.

Die Mittheilung erfolgt umstehend.

2. Hr. Kiepert legte Kartenblätter in Zeichnung vor, welche er nach den Tagebüchern des amerikanischen Archaeologen Hrn. Sterrett (jetzt in Athen) über seine in den Jahren 1884 und 1885 in Pisidien, Isaurien, Kilikien und Kappadokien gemachten Reisen enthaltenen Messungen und Wegebeschreibungen construirt hat und auf welchen die bisher noch sehr fragmentarisch bekannte Topographie jener Landschaften als in ausserordentlicher Weise bereichert und berichtigt hervortritt. Hr. Mommsen schloss daran eine Mittheilung über die von Hrn. Sterrett auf den genannten Reisen gesammelten und ihm in liberalster Weise in Abschrift zur Publication mitgetheilten lateinischen Inschriften.

Die מלכת השמים und ihr aramäisch-assyrisches Aequivalent.

Von Eb. Schrader.

Im Buche Jeremia und zwar an fünf Stellen desselben, nämlich einmal in einer wahrscheinlich aus der Zeit des Jojakim (Graf und Ältere) stammenden Rede (7, 18) und wiederholt in einer Strafpredigt wider die Juden in Aegypten aus der Zeit nach der Zerstörung Jerusalems durch Nebukadnezar (44, 17. 18. 19. 25) geschieht eines religiösen Cults Erwähnung, bei welchem es sich um die Anbetung der מלכת השמים handelt, was immer hierunter zu verstehen ist. Es wird von diesem Cult berichtet, dass die Kinder Holz zusammengelesen hätten, welches die Väter dann anzündeten, und dass die Weiber Teig geknetet hätten, um כונים[1] daraus zu bereiten der מלכת השמים (7, 18). Das Bereiten von כונים für die מלכת השמים und zwar seitens der Weiber wird auch 44, 19 noch einmal ausdrücklich betont, während an anderen Stellen lediglich von Räucherungen und Trankopfern die Rede ist, welche derselben dargebracht seien (44, 17. 18. 25). Auch hier indess werden einmal ausdrücklich und ausschliesslich die Weiber genannt als solche, welche geräuchert und Trankopfer der מלכת הש״ dargebracht hätten (44, 25); implicite jedenfalls, im Grunde ausschliesslich sind auch in der Rede 44, 16—19, trotzdem V. 15 neben den »Weibern« auch die »Männer« genannt werden, die Weiber als die Redenden gedacht, wie sich aus V. 19 (מבלעדי אנשינו) indirect, aber sicher ergiebt.

Fragen wir bezüglich des Sinnes des strittigen Ausdrucks zunächst die Tradition, so schwankt dieselbe in eigenthümlicher Weise: die durch die LXX repräsentirte älteste Überlieferung ist sich sogar selber nicht consequent, indem sie den Ausdruck in der ersten Rede Cap. 7 durch ἡ στρατιὰ τοῦ οὐρανοῦ, im 44. Capitel durchweg durch ἡ βασίλισσα τ. οὐρ. wiedergiebt (vergl. 7, 18 einerseits, 44, 17. 18. 19. 25 andererseits). — Die Peschiṭthô bietet sowohl 17, 18 als 44, 17.

[1] Über den Sinn des Wortes s. die Commentatoren seit Hieronymus zu d. St.

18. 25 ܦܘܠܚܢ ܫܡܝܐ *cultus coeli*, las also an dieser Stelle oder interpretirte מלאכת הש״ (vergl. das עבדת der jüdischen Tradition s. Stade a. u. a. O. 131); hat dagegen an der 7, 18 ganz parallelen Stelle 44, 19 und entgegen der Analogie der übrigen Stellen des 44. Capitels ܡܠܟܬܐ ܕܫܡܝܐ = *regina coeli*. — Die chaldäische Version bietet gemäss der Lagarde'schen Ausgabe an allen Stellen כוכבת שמיא, interpretirte also מלכת als »Königin«.

Sehen wir nun die masoretische Überlieferung selber an, so macht diese, so wie sie fixirt ist, bekanntlich Schwierigkeiten und zwar eben dieses sowohl wenn man der einen, als auch wenn man der anderen der beiden in der exegetischen Tradition vertretenen Interpretationen des fraglichen Ausdrucks folgt. Halten wir uns an die Wiedergabe des Ausdrucks durch »Königin des Himmels«, so erwartet man die Punktation מַלְכַּת הש״: eine andere Aussprache des Stat. constr. der Form מַלְכָּה kennt das A. T. sonst nicht. Eine Aussprache מְלֶכֶת הש״ ist auf alttestamentlichem Gebiete begreiflich lediglich als identisch mit מְלֶאכֶת = st. constr. von מְלָאכָה, eine Statusconstructusform, wie sie gerade bei diesem Worte sonst ganz gewöhnlich im A. T. erscheint; und es ist mir völlig unverständlich, wie man, wogegen sich bereits B. Stade, dessen Ausführungen wir im Übrigen unten des Näheren zu prüfen haben, ganz mit Recht ausgesprochen hat, diese Form auf einen aramaisirenden St. absol. מְלַךְ hat zurückführen können; aber nicht minder auch, wie man die Form mit Ewald und Olshausen nach Analogie von גְּבֶרֶת aus גביר u. a. m. hat deuten wollen. In Fällen wie גְּבֶרֶת aus גביר, גְּדֶרֶת von גָּדֵר, אֲמֶת von אֲמִינָה, auch עֲצֶרֶת von עֲצָרָה (Ewald §. 187c), weist die factisch vorhandene oder ideell zu substituirende absolute Form einen vollen, ganzen Vocal in der zweiten Sylbe auf (vergl. Ewald selber §. 187a): das masculine מְלַךְ steht ja aber für מֶלֶךְ! Olshausen, Lehrbuch §. 147d (S. 281), sucht der Sache dadurch beizukommen, dass er גְּבֶרֶת von einer Form גְּבַר ableitet, die, wie ein zu postulirendes מְלַךְ, aber gerade nicht existirt. Beide Gelehrte hatten indess selber das Gefühl, dass die vorgeschlagene Erklärung nicht ausreiche. So weist Olshausen ausserdem noch auf die »enge Verbindung« hin, in welcher hier der Stat. constr. stehe, und Ewald glaubt darauf aufmerksam machen zu sollen, dass מְלֶכֶת הש״ »als Eigennamen einer syrischen Göttin« so gebildet sei.

Befriedigen werden auch diese Auskünfte Niemanden. Wir unsererseits sehen ausserdem keinen Anlass vor, zu denselben unsere Zuflucht zu nehmen. Durch das ἡ στρατιὰ τοῦ οὐρανοῦ der LXX zu 7, 18, durch das ܦܘܠܚܢ ܫܡܝܐ der Peschitthô an allen Stellen mit Ausnahme von 44, 19 (s. o.) ist eine Tradition, welche מלכת für מְלֶאכֶת nahm und im Sinne von »Heerde«, »Schaar« = צָבָא, חַיִל nach Gen. 33, 14;

1. Sam. 15, 9 (Hitzig) fasste, gesichert. Auf sie wird die Punktation der Masoreten מְלֶכֶת zurückzuführen sein.

So tritt nunmehr an uns die Frage heran: ist diese Punktation eine begründete, ist sie dieses nicht?

Schon an sich muss es auffallen, dass die Schreibung מלאכת (mit א) sich in den betreffenden Stellen selber niemals findet, ausschliesslich vielmehr diejenige ohne א, während umgekehrt überall im A. T., wo מלאכת im Sinne des Stat. constr. von מְלָאכָה erscheint, die Schreibung ohne א vergeblich gesucht wird. Ist dieses zwar noch nichts an sich Entscheidendes, so darf es doch jedenfalls nicht von vornherein ignorirt werden. Es kommt hinzu die Bedeutung des Worts. Es ist richtig, an den von Hitzig angezogenen Stellen (vergl. weiter Dillmann zu Gen. 33, 14) gewinnt das Wort מלאכה »Geschäft«, dann »Sache«, »Besitz« durch den Zusammenhang den Sinn von »Heerdenbesitz«, »Heer«, »Schaar«, aber so ohne Weiteres kann doch מלאכה dieses nicht bedeuten, auch nicht im Sinne der beiden namhaft gemachten Exegeten, und auch bei Jeremia selber (vergl. Jer. 17, 22. 24; 18, 3; 48, 10; 50, 25) eignet dem Worte diese Bedeutung sonst nirgends. Dieses wohl auch der Grund, warum Stade (Zeitschr. f. d. alttest. Wiss. 6. Jahrg. 1886, S. 131) glaubt annehmen zu sollen, dass die LXX kraft ihres τῇ στρατιᾷ τοῦ οὐρανοῦ in der Stelle Jer. 7, 18 geradezu לִצְבָא הַשָּׁמַיִם gelesen hätten. Das aber wieder möchte ich einigermaassen bezweifeln, und dass diese Lesung zunächst jedenfalls nicht ursprünglich ist, dürfte sofort einleuchten.

Überall, wo »Heer des Himmels« im Sinne von »Sternen« im A. T. auftritt, erscheint der Ausdruck als abschliessende Zusammenfassung neben »Sonne« und »Mond« (oder deren Substituten: בַּעַל und אֲשֵׁרָה) oder als auch diese mit einschliessend, immer aber mit dem Zusatze: כֹּל »das ganze Heer des Himmels«. Man vergl.:

Deut. 4, 19 את השמש ואת הירח ואת הכוכבים כל צבא השמים,
— 17, 3 לשמש או לירח או לכל צבא השמים,
2. Kön. 17, 16 הבעל לאשרה לכל צבא הש״ (aber in der Reihenfolge: לאשרה לכל צבא הש״ הבעל),
2. Kön. 21, 3 לבעל לאשרה לכל צבא הש״,
— 23, 4 dasselbe,
— 23, 5 לבעל (לשמש) לירח [למזלות] לכל צ״ הש״,

Selbst da, wo das »Heer des Himmels« allein die angebetete Gestirnwelt bezeichnet, fehlt das zusammenfassende כל nicht, vergl. 2. Kön. 21, 5 (Parall. 2. Chr. 33, 5) »und er baute Altäre לכל צבא הש״«; ebenso Jes. 34, 4;[1] auch 1. Kön. 22, 19 (Parall. 2. Chr. 18, 18) ist

[1] Hiernach wird Stade's Ansicht zu rectificiren sein, dass »Sonne, Mond und das Heer des Himmels« ein umfassenderer Ausdruck sei, als צבא השמים (a. a. O. 130).

hierherzuziehen, wenn auch der Begriff der hier gemeinten צבא הש״ ein anderer ist, als in den angeführten Stellen (Dan. 8, 10; Neh. 9, 6 gehören natürlich nicht hierher). Aber auch der Sprachgebrauch und die Ausdrucksweise Jeremia's selber entfernt sich mit nichten von dem Dargelegten. Vergl. Jer. 8, 2: »Sonne, Mond und das ganze Heer des Himmels«; Jer. 19, 13: »dem ganzen Heere des Himmels« (Jer. 33, 32 schloss die negative Ausdrucksweise natürlich die Verwendung des zusammenfassenden כל einfach aus). Das Resultat ist hiernach: nirgends, wo im A. T., das Buch Jeremia selber eingeschlossen, vom »Heere des Himmels« in dem in Discussion stehenden und für Jer. 7, 18 postulirten Sinne die Rede ist, fehlt das zusammenfassende כל vor צבא; Jeremias kann somit a. a. O. nicht לצבא הש״ geschrieben haben.

Dass nun aber wiederum die LXX ein überliefertes למלכת in ein לצבא sollten verlesen oder willkührlich geändert haben, ist ebenfalls wenig wahrscheinlich. Auch sie werden die Texteslesart vorgefunden, dieselbe aber mit Rücksicht auf die sofort 8, 2 folgende Stelle »Sonne, Mond und das ganze Heer des Himmels« und in Erinnerung an einen einigermassen analogen Gebrauch des מלאכת, מלאכה in der Genesis- und der Samuelisstelle als soviel wie »Heer des Himmels« bedeutend interpretirt haben. Dass sie diese Deutung hier in Anwendung brachten, nicht aber in Cap. 44, das wird — abgesehen von 8, 2 — wiederum darauf zurückzuführen sein, dass 7, 18 der fragliche Ausdruck in Parallele zu dem pluralischen לאלהים אחרים gesetzt erschien, während diese Deutung in Cap. 44 durch das consequent in Anwendung gebrachte, auf למלכת הש״ rückbezügliche singulare לָהּ (44, 17. 18. 19. 25) augenscheinlich für ausgeschlossen galt.[1]

Ergiebt sich aus dem Ausgeführten, dass die LXX weder eine andere Lesart an der betreffenden Stelle vorfanden, als diejenige, die uns — den Consonanten nach — die Masoreten überliefert haben; ergiebt sich daraus ferner, dass die Übersetzung der LXX (στρατιά) ausschliesslich auf Missverständniss, beziehungsweise der Anwendung

Wo כל צבא השמים allein erscheint, bezeichnet es die gesammte Gestirnwelt, eingeschlossen Sonne und Mond.

[1] Auch wenn — inconsequenterweise und gegen ihre sonstige ausschliessliche Übung — die Peschiṭthô 44, 19 ܠܡܠܟܬ ܫܡܝܐ übersetzt, so wird an dieser Inconsequenz eben die sich fast mit Gewalt bei dieser Stelle aufdrängende persönlich-singulare Fassung der Worte des Textes die Schuld tragen: fehlt hier im jeremianischen Text doch sogar der Plural »andere Götter«, der in der sonst ganz parallelen Stelle 7, 18 noch auftritt; auch die Trankopfer werden hier lediglich einem durch die Form als Einzelwesen bezeichneten Cultobjecte dargebracht. In der sonst ganz parallelen Stelle 44, 25 erscheint freilich dennoch wieder die andere Fassung in der syrischen Version; hier aber wieder fehlt die Erwähnung der Darbringung von כונים, was eine Abweichung der Übersetzung gegenüber Vers 19 vielleicht gerechtfertigt erscheinen lassen konnte — trotz 7, 18!

falscher Analogien zurückgeht, so wird zu untersuchen sein, wie denn nun positiv die Frage nach dem Sinne des dunklen Ausdrucks sowohl in Cap. 7 als in Cap. 44 zu beantworten ist?

Eine solche positive Beantwortung versucht Stade in der angezogenen Ausführung. Nach demselben (s. Seite 130 a. a. O.) ist מלכת השמים eine collective Bezeichnung für die Sonne den Mond und das Heer des Himmels, vergl. Jer. 8, 2. Der Prophet bezeichne mit dem Ausdruck מלכת הש״ die himmlischen Körper, beziehungsweise die in ihnen wohnenden Geister als »Regiment des Himmels«, wobei es (S. 131) am nächsten liege, an מְלכוּת zu denken und dieses Wort als Bezeichnung der Concreta aufzufassen, welche vom Himmel her מְלכוּת üben. Doch wage er eine bestimmte Behauptung darüber nicht auszusprechen, da es doch wahrscheinlich sei, dass מלכת השמים Wiedergabe eines assyrischen Ausdruckes sei (S. 132).

Indem wir die letztere Vermuthung in der Erörterung vorab bei Seite lassen, nehmen wir zunächst zu der von Stade selber mit Reserve vorgetragenen Meinung, dass an das bekannte מלכות »Regiment« zu denken, Stellung. Wir müssen dieselbe bestimmt ablehnen.

Zuvörderst ist מלכות, das sich ja — von einigen wenigen Stellen poetischer oder sonst höherer Rede abgesehen — bekanntlich überhaupt nur bei nachexilischen Schriftstellern (B. Ezra, B. Neh., Chronik, Daniel u. s. w.) findet, entschieden gegen den jeremianischen Sprachgebrauch: Jeremia verwendet mit den älteren hebr. Schriftstellern in dem betreffenden Sinne (neben ממלכות) ausschliesslich מַמְלָכָה, vergl. Jer. 1, 10; 18, 7. 9; 27, 7; — Jer. 27, 1; 28, 1; — Jer. 28, 8; [51, 20]. Die Ausnahmen sind nur scheinbare. Die Stelle Jer. 52, 31 בשׁנת מַלְכֻתוֹ steht in dem den Königsbüchern entnommenen historischen Anhange und gehört überall nicht hierher. Jer. 49, 34 ferner steht das בראשׁית מלכות in einer längst als verdächtig erkannten, in der LXX fehlenden Überschrift des letzten der Orakel über fremde Völker (gegen Elam) und geht der Ausdrucksweise nach zurück auf die unverdächtige Stelle Jer. 26, 1, wo demgemäss auch das ganz correcte und zu erwartende בראשׁית מַמְלכוּת וג״ sich findet. Bleibt die dritte Stelle Jer. 10, 7: כי בכל חכמי הגוים ובכל מלכותם מאין כמוך. Dass nun zunächst der Parallelismus der Glieder als der ersteren Aussage: »denn unter allen Weisen der Völker«, entsprechend eine zweite des Sinnes: »und in all ihren Königreichen«, d. h. ein pluralisches »Königreiche« verlangt, dürfte einleuchten (4, 29 liegt die Sache anders).[1]

[1] Der verglichene Gegenstand ist nicht etwa die Macht Gottes einerseits, die der Weisen andererseits (die »Weisen« haben als solche überhaupt keine äussere »Macht«); denn vielmehr die »Weisheit« der »Weisen der Völker« einerseits, Gottes andererseits. Das hebr. מלכות (beziehungsweise richtiger מַמְלָכָה s. oben) bezeichnet unter

Auch würde sicher so Jeremia geschrieben haben, der ja auch sonst wie גוי und ממלכה, so גוים und ממלכות in Parallele stellt (s. Jer. 18, 7. 9; 27, 7 einerseits, Jer. 1, 10; 28, 8 andererseits). Es verhält sich mit der Stelle nicht anders, wie mit der eben erörterten: dieselbe stammt gar nicht von Jeremia, steht sie doch ohnehin in dem in sich widerspruchsvollen und in der LXX fehlenden Abschnitte 10, 1—16. Sie rührt mit dem ganzen Abschnitte (vergl. hierzu Graf) von einem Späteren her, der, im Übrigen eine jeremianische Wendung sich aneignend, durch die Wahl des später geläufigeren מלכות anstatt des ächt jeremianischen Stat. estr. מַמְלְכַת, beziehungsweise des pluralischen מַמְלכות sich eben als einen Nacharbeiter verräth.

Resultat: der Ausdruck מלכות im Sinne von ממלכה oder מַמלכות ist unjeremianisch und eine Deutung des מלכת השמים als »Regiment des Himmels« ist somit ausgeschlossen.

Auch Stade lässt die Möglichkeit offen (S. 131 flg.), dass vielleicht מלכת eben nicht im Sinne von ממלכת gebraucht sei und nicht für dieses stehe. Er hält es nicht für ausgeschlossen, dass מלכת die Wiedergabe eines fremdländischen, insbesondere assyrischen Ausdrucks sei, nach welchem noch zu forschen sei. Nun ist *malkûtu* im Assyrischen ein sehr gewöhnliches Wort; überall aber, wo wir ihm bis jetzt begegnet sind, eignet ihm lediglich die Bedeutung »Herrschaft«. Natürlich lässt sich darum und bei dem täglich wachsenden Material noch nicht behaupten, dass dem Worte sprachgebräuchlich nicht auch noch eine andere, etwa im Sinne Stade's hier heranzuziehende Bedeutung eigne. Bis man aber eine solche wirklich aufgezeigt hat, wird man Bedenken tragen müssen, demselben eine andere als die sicher constatirte beizulegen.

Aber wir gehen noch einen Schritt weiter: wir stellen entschieden in Abrede, dass an den angeführten Stellen bei Jeremia überhaupt von einem Collectivbegriff, wie, sei es »Himmelsheer«, sei es »Regiment«, beziehungsweise »das Regiment ausübende himmlische Wesen«, die Rede sei. Stade macht für seine collective Fassung des מלכת הש״ — abgesehen von der Übersetzung des LXX zu 7, 18, worüber oben — vornehmlich geltend: 1. die Verehrung der מלכת הש״ werde 44, 15 wie 7, 17 (l. 18) als eine Verehrung von אלהים אחרים (Hinweis auch auf 44, 3. 5. 8) bezeichnet (S. 128). Dass in diesem Falle das consequente singulare לָהּ im 44. Capitel Schwierigkeiten macht, hat sich Stade nicht verschwiegen. Aber er meint, es erkläre sich dieser Singular bei collectiver Bedeutung des fraglichen Ausdruckes.

---

allen Umständen concret das äussere Herrschaftsgebiet, »die Königreiche« — wie schon Hieronymus (»*in universis regnis*«) richtig übersetzte.

Allein, wenn schon in Fällen wie 4, 29 einem singularen, collectivischen כָּל־הָעִיר ein pluralisches pronominales בָּהֶן entspricht, wie viel mehr ist ein solches pluralisches Nomen in unserem Falle zu erwarten, wo es sich um göttliche Person- und Einzelwesen handelt, die lediglich zu einer Gesammtheit zusammengeordnet sein würden — tritt ja doch eben in dem nachfolgenden אלהים אחרים die Pluralität des Begriffs ganz unzweideutig zu Tage! — Einen weiteren Grund nimmt 2. der Verfasser von dem Umstande her, dass »die Abschaffung des Cultes, auf welche das Volk in seiner Auseinandersetzung mit dem Propheten (44, 17) sich berufe, nur von der deuteronomischen Reform verstanden werden könne; keine einzige Stelle aber, welche von dieser handele, lasse sich auf den Cult der Himmelskönigin deuten« (S. 128). Hiegegen erlaube ich mir darauf hinzuweisen, dass es mir doch keineswegs selbstverständlich scheinen will, dass die von dem Volke in Aussicht genommene Abschaffung diejenige durch die deuteronomische Reform (unter Josia) sei. Allerdings wird von Hitzig der für sich dastehende Abschnitt Jer. 7—10 noch zu der vorhergehenden, aus der Zeit Josia's stammenden Orakelgruppe 1—6 gezogen und in dieselbe Zeit verwiesen, insbesondere auch noch in die Zeit vor der deuteronomischen Reform, also dass das in Cap. 7, 18 ff. vorausgesetzte Bestehen des betreffenden Cults noch in die Zeit vor der Reform fallen würde. Allein mit gutem Fug sind seit Alting und Venema (s. Hitz.) bis Graf und Wellhausen namentlich von Cap. 26, 1 ff. 4. ff. hergenommene Bedenken gegen eine solche Ansicht geltend gemacht, und ist der Abschnitt mit mindestens gleicher, in unseren Augen erheblich höherer Berechtigung einer späteren Zeit, dem Anfange der Regierung Jojakim's zugewiesen. Würde dieser letztere Ansatz des in Rede stehenden Abschnittes (Cap. 7—10) sich als richtig erweisen, so hätte noch oder jedenfalls bereits zu der Zeit des Jojakim ein Cult der מלכת השמים bestanden (7, 18 ff.), der dann in der Zwischenzeit — bis zur Flucht nach Aegypten 44, 1. 18 — unter der Drangsal und dem Ernst der Zeitereignisse, sowie auf Betrieb der Propheten eingestellt gewesen, dann aber — in Aegypten — von Neuem in Übung gekommen wäre (44, 17). In diesem Falle wäre es aber in keiner Weise auffällig, dass so wenig wie des in der Zwischenzeit in Juda in Aufnahme gekommenen Dienstes des Tammûz (Ezech. 8, 14), so wenig auch des Dienstes der מלכת השמים gelegentlich des Berichtes über die Cultreform Erwähnung gethan wäre.

Stade seinerseits erläutert den Hinweis der der Rede Jeremia's widersprechenden Judäer auf die Zeit, da sie der מלכת הש״ geopfert hätten und »da es ihnen gut ergangen sei«, durch die Beziehung

des Ausspruchs auf die Zeit der »langen und friedlichen [?[1]] Regierung des Manasse« (S. 130 unten). Allein der betreffende Ausspruch der Judäer steht in dem Abschnitte Cap. 44, welcher uns als die gegenwärtige in die Zeit nach der Zerstörung Jerusalems, die fast ein Jahrhundert hinter die mittlere Zeit des Manasse hinabreicht, weist. Jene ferne Zeit des Manasse können sie doch kaum in der Erinnerung gehabt oder diese gemeint haben. Dazu übten sie ja den Cult gemäss 7, 16 ff., wenn nicht zu Jojakim's Zeit (s. vorhin), so doch (vergl. 7, 1 mit 1, 2) jedenfalls noch zur Zeit des Josia aus (so nach Stade). Die glückliche Zeit, an die sie sich erinnerten, die Zeit, »da ihre Väter, Könige und Obersten diesen Cult übten«, war somit ganz im Allgemeinen die Zeit vor der Katastrophe, vor der Zerstörung Jerusalems durch Nebucadnezar. Der Cult der מלכת הש״ war entweder nicht durch Josia abgestellt, oder, falls dieses dennoch geschehen war, mit der Zeit von Neuem wieder in Übung gekommen, wenn nicht gar erst nach der Reform überhaupt zuerst eingeführt.

So kommen wir nunmehr zu der positiven Erörterung, zu der Beantwortung der Frage: was denn nun hat es für eine Bewandtniss mit diesem Cult der מלכת השמים? Ist es die Verehrung einer Gesammtheit, der Gestirnwelt, beziehungsweise der göttlichen Repräsentanten derselben, oder ist dabei der Cult eines Einzelwesens in Aussicht genommen?

Das erstere ist Stade's Ansicht. Er sagt S. 128: »Nun bezeichnet aber auch 44, 15 wie 7, 17 die Verehrung der מלכת הש״ als eine Verehrung von אלהים אחרים, vergl. auch 44, 3. 5. 8.« Diese Aussage ist zu beanstanden.

Erstens. Von der מלכת השמים wird ausgesagt, dass um ihr zu huldigen die Kinder Holz lesen, die Väter Feuer anbrennen, die Weiber Teig kneten, um כונים für dieselbe daraus zu bereiten 7, 18; 44, 19: dieses aber wird von dem Cult der אלהים אחרים (im Allgemeinen) niemals ausgesagt. Zweitens. Überall, wo der Weiber bei dem getadelten Cultus (NB.!) Erwähnung geschieht, erscheint die מלכת השמים, und umgekehrt: wo dieser Erwähnung geschieht, wird auch der Weiber gedacht (7, 18; 44, 15—19; 24. 25). Drittens. Dahingegen, wo der אלהים אחרים allein, beziehungsweise nicht ausdrücklich der מל״ הש״ Erwähnung geschieht, vermissen wir die Nennung der Weiber (7, 9; 44, 3. 5. 8), was um so beachtenswerther, als sonst in den betreffenden Abschnitten der abtrünnigen Weiber sehr wohl ge-

[1] Wir setzen dieses Fragezeichen mit Rücksicht auf den bekannten Bericht des Chronikers (2. Chr. 33, 11 ff.), worüber KAT² S. 366 flg. zu vergleichen. Das betreffende Ereigniss würde uns in das Jahr 647 weisen, also in die Zeit der Ausgänge der Herrschaft des Manasse.

dacht wird (7, 18; 44, 9). Schon daraus erhellt, dass, was von der מלכת השׁ״ gilt, gar nicht so ohne Weiteres und von selbst und gleicherweise auch von den אלהים אחרים gilt. Wir fürchten, die Sache steht in Wirklichkeit noch misslicher.

Es ist ja richtig, dass 7, 18 das »Kuchen(?)-Bereiten« zu Ehren der מל״ השׁ״ seitens der Weiber und das Trankopfer-Opfern den »fremden Göttern« in Parallele gestellt werden, woraus Stade auf wesentliche Identität der Begriffe מלכת השׁ״ und אלהים אחרים schliesst. Aber da wie hier, so auch 44, 19 die Darbringung von Kuchen (?) ausschliesslich den Weibern zugeschrieben wird, von Männern und Weibern gleicherweise lediglich das »Trankopfer-Opfern« ausgesagt wird, vergl. 7, 18; 44, 3. 5. 8 (der מלכת השמים allein »räuchern« und »opfern Trankopfer« wiederum lediglich die Weiber, nicht zugleich die Männer 44, 19, wonach die Verse 17 und 18 unter Vergleich von Vers 15 natürlich zu interpretiren sind), so können מלכת השׁ״ und אלהים אחרים, beziehungsweise צבא השמים, unmöglich identische Begriffe sein. Die Verehrung der מלכת השׁ״ seitens der Weiber stellt sich — da dieser Begriff in dem zusammenfassenden אלהים אחרים ja nothwendig irgendwie mitenthalten sein muss — zu dem der Verehrung der אלהים אחרים seitens der Männer und Weiber, welche beide der letzteren »räuchern«, in das Verhältniss des Speciellen zum Allgemeinen, des Besonderen zum Ganzen.

Und dieser Argumentation wird das Siegel aufgedrückt durch eine Stelle, welche zu der von der מל״ השׁ״ handelnden (7, 18) die erwünschteste und völligste Parallele bietet, ihrem Sinne nach jede Zweideutigkeit ausschliesst und die Stade augenscheinlich lediglich in Folge des Umstandes übersehen hat, dass sie dem von der מלכת השׁ״ handelnden Abschnitte der prophetischen Rede (Cap. 7, 16 ff.) voraufgeht.

In seiner an die Judäer gerichteten Strafrede, 7, 1—15, sagt der Prophet V. 9: »Wie? stehlen, morden, ehebrechen, falsch schwören, dem Baal räuchern und anderen Göttern nachwandeln, welche ihr nicht kanntet u. s. w.«. Wie 7, 17 מלכת השׁ״ und אלהים אחרים in Parallele stehen, so hier הבעל und אלהים אח״. Niemandem aber wird es deshalb in den Sinn kommen, הבעל für identisch mit אלהים אח״, für einen Collectivbegriff, für eine andere Bezeichnung des »Himmelsheeres« zu halten. Baal ist hier augenscheinlich als ein specielles und besonders wichtiges Cultobject, obgleich selbst zu den אלהים אח״ gehörig, im Parallelgliede voraufgenommen. Genau so wird es sich mit der מלכת השׁ״ V. 17 verhalten: auch sie ist eine der fremden Gottheiten, denen geräuchert wird und denen Trankopfer dargebracht werden, dieses aber mit dem Unterschiede, dass

während der Baalscult, als ein von dem gesammten götzendienerischen judäischen Volke ausgeübter, unter den abgöttischen Culten eben dieses gesammten Volkes besonders hervorgehoben wird, der neben dem der אלהים אח״ besonders erwähnte Cult der מלכת הש״ noch ausserdem als ein judäischer Weibercult charakterisirt wird.

Nun gewinnt auch die von Stade, wie wir meinen, am unrechten Orte angezogene, auf das ganze 7. Capitel zurückweisende Stelle, die Strafandrohung 8, 1 ff., insbesondere der Hinweis auf »Sonne, Mond und das ganze Heer des Himmels, die sie geliebt« (V. 2) die entsprechende Beleuchtung. In dem 7. Capitel werden von Jeremia als abgöttische Cultobjecte namhaft gemacht 1. הבעל V. 9, den das A. T. selber durch השמש erklärt (2. Kön. 23, 5 und die oben S. 479 angezogenen Parallelen); 2. die מלכת הש״ V. 17 ff., die ein Einzelwesen gewesen sein muss (s. o.); 3. die אלהים אחרים (V. 9. 18), die ein Collectivbegriff sind.' In 8, 2 nun werden als Cultobjecte bezeichnet: 1. השמש = הבעל s. vorhin; 2. הירח, wofür die Stellen 2. Kön. 17, 16; 21, 3 אֲשֵׁרָה bieten; 3. כל צבא הש״, das jedenfalls unter den אלהים אחרים entweder mitbegriffen ist oder mit diesen kraft des Zusammenhanges sich deckt. Die Consequenz und innere Folgerichtigkeit der jeremianischen Ausdrucksweise liegt zu Tage, und es erübrigt lediglich noch, nunmehr den Einzelbegriff מלכת הש״ selber festzustellen und des Näheren zu praecisiren.

Durch das vorstehend und bereits oben Ausgeführte haben wir die nachfolgenden Gleichungen gewonnen:

	C.	B.	A.
1.	כל צבא השמים	הירח	השמש Jerem. u. Andd.
2.	אלהים אחרים	מלכת הש״	הבעל Jerem. allein.
3.	כל צבא השמים	אשרה	הבעל Andere.

Aus diesen Gleichungen erhellt, dass bei der augenscheinlichen Identität der Glieder A und C bei Nr. 1 bis 3 auch das Glied B derselben Nr. 1 bis 3 sich entsprechen muss, dass somit nicht bloss, wie längst angenommen, הירח und אשרה, sondern auch beide der מלכת הש״ correlat sind, d. h. dass der letztere Ausdruck ein anderer Name oder eine andere Bezeichnung der Mondgottheit sein muss, wie dieses ja längst seit Hieronymus vermuthet ist, vergl. dessen Bemerkung zu Jer. VII, (18) ed. Vallarsi tom. IV pag. 894: ». . . . *chauonim* quas nos placentas interpretati sumus sive *praeparationes*, ut omne genus ostendat sacrificii reginae coeli quam lunam debemus accipere«.[1]

---

[1] Dass auch die andere Deutung ihm sehr wohl bekannt war, ergiebt sich aus *ibid.* Forts.: »vel certe *militiae coeli* ut omnes stellas intelligamus. Et post haec libent diis alienis.«

So fragt sich nun, ob diese Bezeichnung der Mondgottheit sich nicht auch sonst rechtfertigen und als innerlich begründet erweisen lässt?

Von vornherein leuchtet ein, dass, wenn der Ausdruck "מלכת השמים" eine Bezeichnung der Mondgottheit ist, derselbe dann auch nur soviel wie »Königin des Himmels« bedeuten kann. Dass aber eine solche Bezeichnung eine dem siderischen Charakter der betreffenden Gottheit angemessene, bedarf keiner Erörterung.[1] Wiederum aber ist längst erkannt und gezeigt, dass die אֲשֵׁרָה nur die Bezeichnung derselben Mondgottheit ist, welche nach einer anderen Seite ihres Wesens und ihrer Wesensäusserung Astarte heist, vergl. insbesondere עַשְׁתְּרֹת קַרְנַיִם Gen. 14, 5 (ich verweise für das Weitere auf die bezüglichen Bemerkungen Baudissin's in s. Studd. zur semit. Religionsgesch. II, 239ff. 264). Ein Umstand indess erfordert dennoch eine besondere Erwägung: es ist die Frage, wie es kommt, dass die bei Jeremia auftretende Bezeichnung der Mondgottheit als der »Himmelskönigin« eben nur und erst bei Jeremia uns entgegentritt, bei welchem freilich dann auch diese Bezeichnung, von der rein siderischen als הירח natürlich abgesehen, eben an die Stelle des sonst gebräuchlichen האשרה tritt: wo Jeremia der Ascheren (אֲשֵׁרֵיהֶם) gedenkt (17, 2), versteht er darunter, worüber der Parallelismus (מִזְבְּחוֹתָם) keinen Zweifel lässt, nicht die Gottheit selber, sondern deren Bilder oder Säulen.

Dass hierbei irgendwie fremder Einfluss eingewirkt habe, diese Vermuthung drängt sich fast von selbst auf, und dieselbe gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man erwägt, dass fast genau zu derselben Zeit durch Jeremia's Zeitgenossen Ezechiel uns Kunde von einem anderen Culte wird, dessen sonst im A. T. vorher nie Erwähnung geschah und der ebenfalls und diesmal zweifellos vom Auslande her in Juda eingedrungen war, ich meine den Tammûzcult (Ezech. 8, 14). Dass dieser Letztere zuletzt assyrisch-babylonischen Ursprungs ist, darüber wird keine Meinungsverschiedenheit herrschen[2]: die Frage, ob die Judäer diesen Cult direct von den Assyrern, beziehungsweise Babyloniern, oder durch Vermittelung der Syrer erhalten haben, kann dabei ganz offen gehalten bleiben. Nicht ganz so einfach liegt die Sache in unserem Falle. Zwar dass die syrisch-kanaanäische Mondgöttin *Astarte* zuletzt mit der assyrisch-babylonischen *Ištar* identisch ist, wird nicht beanstandet werden, man mag die Göttin für eine

[1] Über die analogen Bezeichnungen: עשתרת שמם אדרם »die Astarte des hehren Himmels« Eschmunazar-Inschr. 16 und עשתרת שם בעל »Astarte dès Baalshimmels« ebend. 18 s. Halévy, mélanges d'épigraphie et d'archéologie sém. 1874 p. 33, sowie Dillmann in Monatsbericht 1881 S. 608, welcher Letztere indess die zweite Bezeichnung lieber im Sinne von »Himmelsastarte Baals« gefasst wissen möchte.

[2] Vergl. hierzu neuerdings P. Jensen in Zeitschr. für Assyriologie I (1886) S. 17 ff.

allgemein semitische halten oder aber als eine specifisch babylonisch-assyrische und erst später nach Syrien verpflanzte ansehen. Aber darüber kann ebenfalls kein Zweifel sein, dass das Wesen der Göttin in Syrien-Phönicien gegenüber Assyrien-Babylonien insofern ein anderes ist, als die syrische Astarte ihrem siderischen Charakter nach Mondgöttin, die babylonisch-assyrische Istar Göttin des Venusgestirns ist, eine Differenz der Anschauung betreffend das Wesen der Gottheit, welche sich, wie ich bereits vor Jahren angedeutet habe,[1] wohl am einfachsten auf die Weise sich erklärt, dass man annimmt, dass bei der Herübernahme des Istar-Cults bei gleichzeitiger Nichtherübernahme des Cults des babylonisch-assyrischen Mondgottes Sin der Istar-Cult in die Stelle des Mondgott-Cults einrückte, wobei die allgemeine Verblassung der ursprünglichen Cultunterschiede, wie sie uns noch bei den Babyloniern und Assyrern entgegentreten, eine Verblassung, in Folge deren z. B. ein besonderer Cult des Mondgottes bei den Syrern und Phöniciern ganz verloren ging, in entsprechender Weise mitwirkte.[2]

Wiederum und andererseits wird diese Modificirung der Anschauung über das eigentliche Wesen der Gottheit nicht überhaupt die Erinnerung an den Zusammenhang beider Culte verwischt, nicht das Bewustsein der ja unmittelbar sich aufdrängenden Identität der Namen der Göttin: *Ištar* bei den Assyrern, עשתר bei den Moabitern, עשתרת bei den Kanaanäern, עתר bei den Aramäern, gänzlich verdunkelt haben, und es erscheint in keiner Weise ausgeschlossen, dass Anschauungen, auch Bezeichnungen der in Rede stehenden Gottheit, welche bei den Babyloniern oder Assyrern umliefen, im Laufe der Zeit, sei es in Folge directer Berührungen mit dem babylonisch-mesopotamischen Herrschervolke, sei es durch Vermittelung der Aramäer auch zu den Westsemiten gelangten und auf ihre Culte übertragen, beziehungsweise diesen angepasst wurden.

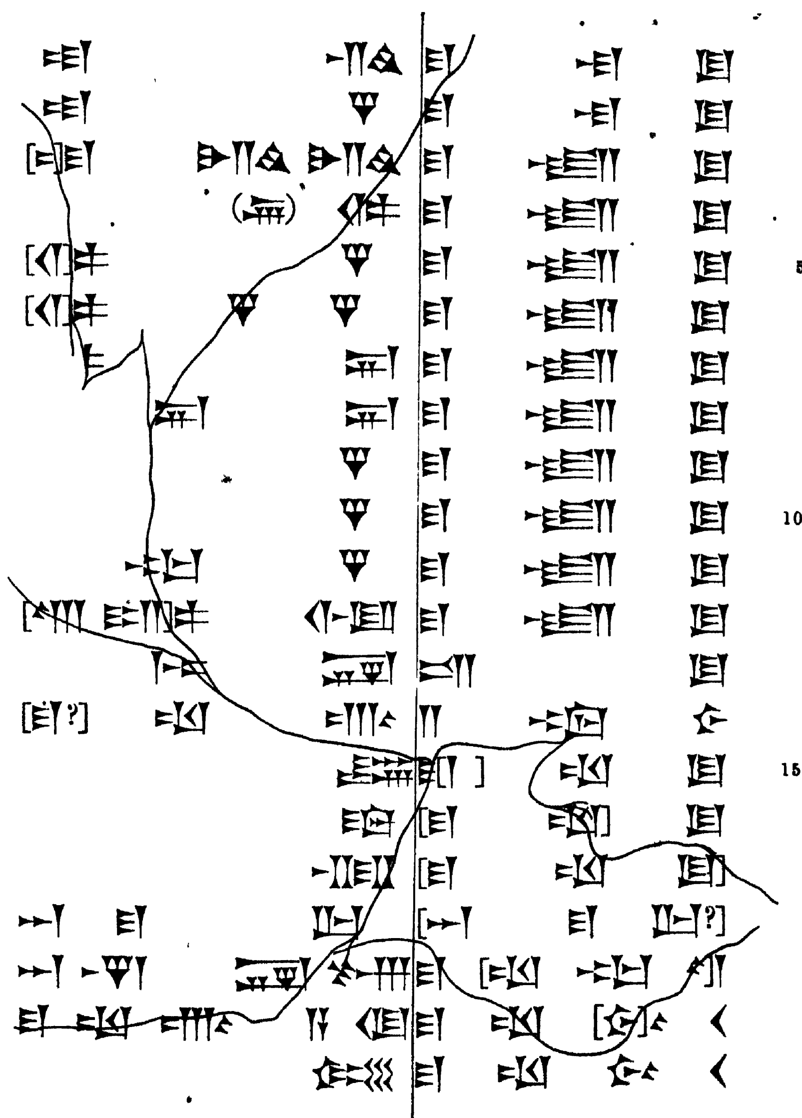
In dieser Beziehung verdient es gewiss angemerkt zu werden, dass auch die Assyrer der *Ištar* den Ehrenbeinamen einer »Königin«, assyr. *malkatu*, beigelegt zu haben scheinen. Es steht dieses einem Syllabar (K 197) zu entnehmen, welches längst II. Rawl. 7 Rev.[3] (1)

[1] S. Zeitschrift der Deutschen Morgenl. Gesellsch. XXVII (1873) S. 403; Theol. Stud. und Krit. 1874 S. 340.

[2] Anders sieht die Sache v. Baudissin in s. Art. *Astarte* in PRE[2] I S. 721 an. Für uns kann hier der Entscheid der Frage, ob die Istar-Astarte ursprünglich Mondgottheit oder Göttin des Venusgestirns war, dahingestellt bleiben, da dass der Cult der »Himmelskönigin« in Juda kein uralter, denn vielmehr wie der Tammûzdienst ein dort neu und erst verhältnissmässig spät aufgekommener war, so wie so feststeht.

[3] Die Bezeichnung »Revers« des englischen Inschriftenwerkes ist übrigens, wie von den Fachmännern natürlich längst bemerkt ist, mit »Obvers« zu vertauschen:

11—21 veröffentlicht war, aber erst durch die erneute Collation des Hrn. Dr. Jensen, welche mir dieser bereitwilligst zur Verfügung gestellt hat, seinem wahren Wesen nach verständlich wird. Das Syllabar lautet gemäss der Abschrift des Genannten und mit den in Klammern beigefügten Ergänzungen Desselben also:



Col. II, 54 des angeblichen Reverses setzt sich augenscheinlich als angeblicher Obvers Col. II, 1 ff. fort. Die Tafel bietet also im englischen Inschriftenwerke in Wirklichkeit:

Rev.	Obv.
IV. III.	I. II.

Jensen bemerkt zu dem Ideogramm Z. 19, dass dasselbe in Stellen wie V. Rawl. 17, 5 c. d = II. Rawl. 26, 8 a. b sonst den Begriff und das Wort *milku* ausdrücke, woraus er auf assyrischen Ursprung desselben glaubt schliessen zu sollen. Jedenfalls specialisirt es den Begriff der *Ištar* Z. 19 eben als das, als was diese in der rechten Columne bezeichnet wird, als ma-[al-ka-t]av = hebr. מלכה. Es ist also unter allen Umständen sicher, dass die Assyrer an den Begriff der *Ištar* den anderen der »Fürstin«, »Königin« ass. מלכת knüpften; die vorhergehende Zeile (18) mit ihrem = (ilu) Ma-lik, sowie Zeile 1—12 einerseits, 15—17 andererseits, erhärten das Ausgeführte nur des Weiteren.[1]

Das betreffende Syllabar ist ein solches der Bibliothek Asurbanipal's, stammt somit in der Gestalt, in welcher es vorliegt, aus der Mitte des 7. Jahrhunderts v. Chr., kann aber seiner Conception nach selbstverständlich erheblich älter sein. Auch die Bezeichnung der Istar als »Königin« *malkatu* kann demgemäss noch erheblich höher in der Zeit heraufreichen. Die Möglichkeit, dass Jeremia, beziehungsweise seine Zeitgenossen, die Bezeichnung der Istar-Astarte als einer »Königin« [des Himmels], sei es direct, sei es indirect — durch Vermittelung der Aramäer — von den Assyro-Babyloniern herübergenommen haben, wird Niemand in Abrede stellen, und dass unter allen Umständen der Beiname bei seiner Wanderung zugleich von der Göttin des Venusgestirns, der Istar-Dilbat, auf die Mondgöttin Astarte übertragen sein würde, versteht sich (doch vergl. ob. S. 488 Anm. 2) Nicht zu übersehen ist dabei, dass auch bei den Syrern die Istar-Astarte als עתר *Attar* schon sicher im 7. Jahrhundert in specieller Weise als »Himmelsgöttin« erscheint. Ich habe dabei im Sinne den zu Asurbanipal's Zeit gemäss seinen Inschriften bei den Nordarabern in Übung stehenden Cult der *Atar-samain*, die zuerst **Max Duncker** mit gutem Fug als »Attar-Astarte des Himmels« gedeutet hat (Gesch. des Alterthums 4. Ausg. II, 293; vergl. v. **Baudissin** in PRE[2] I, 160; sowie KAT[2] S. 414 zu Jer. 7, 18, wo ich die betreffenden keilinschriftlichen Stellen beigebracht habe). Eine derartige, von einem

---

[1] Zu diesen sonstigen Angaben des Syllabars, welches Zeile 1—19 ausschliesslich mit der Wurzel מלך und deren nichtsemitischen Aequivalenten sich beschäftigt, sei noch bemerkt, dass das Syllabar wiederum von Zeile 1—14 ausschliesslich diejenigen Sinnwerthe der Wurzel מלך verzeichnet, welche sich um den Begriff »rathen«, »berathen« drehen: *malâku* Infin.; *mâliku* Partic.; *milku* Substant. zu () = *mâliku* 3.4 vergl. () = *milku* II. R. 48, 14 a. b). Erst Zeile 15 beginnen mit der Gleichung , sonst *šarru* »König«, die Werthe des specifischen Sinnes »Herrscher«, »Fürst«: nämlich *malku* »Fürst«, *[Mâlik]* (Gottesn.), *ma[lkat]uv* »Fürstin«, »Königin«.

fremden Volke, den Assyrern, in der heimischen, aramäischen Aussprache reproducirte Bezeichnung einer Gottheit, beziehungsweise eines Cultus, bürgt für die absolute Zuverlässigkeit der betreffenden Angabe. Es steht somit fest, dass bereits um die Mitte des 7. Jahrhunderts bei den Nordarabern (beziehungsweise einem Theile derselben) ein Cult der specifisch als Himmelsgöttin gedachten Astarte bestand, welchen diese Nordaraber, wie — von der Aussprache *Atar* = *Attar* עתר abgesehen — die aramäische Wortform *samain* סמין (kraft bekannten Zischlautwandels = שמין) an die Hand giebt, von den Aramäern entlehnt hatten. Nachdem durch das oben angezogene Syllabar die Bezeichnung מלכת als Beiname der assyrischen *Ištar* erwiesen ist, die specifische Verbindung, in welche, Decennien vor Jeremia, die syrische *Attar* zum »Himmel« gebracht ward, gleichfalls monumental gesichert ist, drängt es sich fast von selber auf, die Bezeichnung der Mondgöttin, d. i. aber der Istar-Astarte, als »Himmelskönigin« bei Jeremia, eine Bezeichnung, der wir vorher im A. T. niemals begegnen, mit jenen Benennungen der Göttin bei Assyrern und Aramäern auch historisch in Verbindung zu bringen.

Ausgegeben am 27. Mai.

1886.

XXVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

20. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. E. du Bois-Reymond legte die umstehend folgende Mittheilung des Hrn. Prof. Is. Steiner in Heidelberg vor: über das Centralnervensystem des Haifisches und des Amphioxus lanceolatus, und über die halbcirkelförmigen Canäle des Haifisches.

Über das Centralnervensystem des Haifisches und des Amphioxus lanceolatus, und über die halbcirkelförmigen Canäle des Haifisches.

Von Is. Steiner
in Heidelberg, z. Z. in Catania.

(Vorgelegt von Hrn. E. du Bois-Reymond.)

I.

Während eines mehrwöchentlichen Aufenthaltes in den Monaten März und April d. J. in der zoologischen Station zu Neapel habe ich mich mit der Physiologie des Centralnervensystems der in der Überschrift genannten Thiere beschäftigt, und ich beehre mich der Akademie die gewonnenen Resultate kurz mitzutheilen.

Den Arbeitstisch der zoologischen Station hatte mir die Grossherzoglich Badische Regierung bewilligt, wofür ich derselben hier meinen unterthänigsten Dank ausspreche.

Wenn man bei einem Haifische *(Scyllium canicula)* von ungefähr ½ Meter Länge mit Hülfe der von mir angegebenen Methoden[1]

1. das Grosshirn abträgt, so tritt kein Ausfall der beim normalen Thiere vorhandenen Functionen auf.

Trägt man dazu

2. das Zwischenhirn ab, so bleiben, soweit man es übersehen kann, sämmtliche Bewegungen normal: es fehlt jede Bewegungsstörung. Der einzige Ausfall scheint darin zu bestehen, dass der Fisch, wenn die ersten Reizungserscheinungen abgelaufen sind, spontan zu keiner Bewegung übergeht, sondern stets nur auf Reiz.

Trägt man

3. das Mittelhirn ab, so bleibt die Locomotion vollkommen erhalten, nur ist sie nicht so andauernd und der Fisch kommt gelegentlich unter Verlust des Gleichgewichtes auf die Seite oder den Rücken zu liegen.

[1] Über das Grosshirn der Knochenfische. Diese Berichte, 7. Januar 1886, S. 5.

Bringt man einen solchen Fisch aus der normalen Bauchlage in die Rückenlage, so zeigt er, wie der Frosch, das Bestreben in die normale Lage wieder zurückzukehren.

Trennt man

4. das Rückenmark vom Nackenmark (Med. oblong.), so hört bei erhaltener Athmung jede Locomotion auf. Es verbleiben dem Rückenmark nur die regelmässigen Reflexbewegungen.

Da die unter 3. und 4. angeführten Thatsachen auch bei den Knochenfischen (nach im vorigen Sommer ausgeführten Versuchen) anzutreffen sind, so verlegen wir, wie beim Frosche, das allgemeine Locomotionscentrum des Körpers auch für die Fische in das Nackenmark.

Wenn man einen Haifisch[1] einfach decapitirt, das Rückenmarkspraeparat vertical an einen Faden aufhängt und nachdem die ersten Reizungserscheinungen abgelaufen sind, eine brennende Kerze

1. unter die Schwanzspitze (in gehörige Entfernung) hält, so macht der Fisch, wie der Aal unter gleichen Bedingungen, die bekannte schlängelnde Bewegung, wobei der Schwanz nach einer Seite bewegt wird, so dass er sich der Wirkung der Flamme entzieht. Aber bald folgt hier auf die Bewegung des Schwanzes nach der einen z. B. der linken Seite dieselbe Bewegung nach der anderen, nach der rechten Seite.

Bringt man die Flamme

2. seitlich an den Körper, etwa halbwegs zwischen die beiden Rückenflossen, so krümmt sich die gereizte Stelle zuerst concav gegen die Flamme, so dass sie derselben ausweicht; bald darauf aber convex, so dass sie in die Flamme schlägt.

Genau dasselbe tritt ein, wenn man

3. die Flamme seitlich in Höhe der einen oder anderen Rückenflosse stellt.

Lässt man das Praeparat 1—2 Stunden hängen, so treten unter den angegebenen Bedingungen im Allgemeinen nur einseitige Bewegungen auf, welche die gereizte Stelle von der Flamme entfernen.

Nicht unerwähnt möge bleiben, dass im Falle doppelseitiger Bewegungen nicht selten die erste Bewegung so erfolgt, dass die zuerst gereizte Stelle in die Flamme schlägt.

Zur Würdigung des Werthes der Haifische für die Physiologie bemerke ich endlich, dass sie nach den angeführten Versuchen,

---

[1] Es ist hier wie weiterhin stets *Scyllium canicula* von der oben angegebenen Länge zu verstehen.

wenigstens was das Centralnervensystem anbetrifft, an Widerstandsfähigkeit den Frosch weit übertreffen.

Man erhält den *Amphioxus lanceolatus* auf der zoologischen Station gewöhnlich in einer flachen Schale, deren Grund mit einer Lage von feinem Seesand bedeckt ist, in welchem die Fischchen so stecken, dass nur ihre Körperenden, insbesondere das Schwanzende hervorguckt. Ein kleiner Theil liegt mit der Breitseite anscheinend todt auf dem Sande, aber eine leichte Berührung weckt sie aus dem Schlafe; sie stellen sich so auf, dass ihre Breitseite in die verticale Ebene fällt und rasch entfliehen sie mit grosser Geschwindigkeit, das Kopfende voran, indem der Körper schlängelnde Bewegungen macht, an denen der Kopf nachweisbar theilnimmt. Hört die Bewegung auf, so legen sie sich wieder auf die Breitseite. Für die Mehrzahl der Individuen endet die Bewegung aber damit, dass sie sich, mit dem Kopfe voran, in den Sand einbohren, so dass nur das Schwanzende heraussieht oder die bohrende Bewegung war so stark, dass auch das Kopfende an die Oberfläche gelangt. In diesem Zustande können sie Tage lang im Sande völlig ruhig zubringen.

Wenn aber, was nicht selten zu beobachten ist, der *Amphioxus* sich irrt, wenn er statt mit dem Kopfe mit dem Schwanzende vorauseilt und mit diesem sich in den Sand einzubohren versucht, so misslingt ihm dieser Versuch in jedem Falle und kraftlos fällt er auf die Seite, bis der nächste Reiz ihn zu neuem Leben anregt.

Die Morphologie lehrt, dass das Centralnervensystem des *Amphioxus* aus einem soliden, überall gleichmässigen Strange besteht, welcher nirgends, selbst nicht am Kopfende, eine Verdickung zeigt. Trotzdem kann die Physiologie die Frage aufwerfen, ob auch functionell alle Theile dieses Nervensystems gleichwerthig sind oder ob vielleicht eine ausgezeichnete Stelle vorhanden ist, die allein der Locomotion dient, während die übrigen Theile das nicht können. Man würde nach den Erfahrungen an den Fischen u. a. das Kopfende hierbei besonders zu berücksichtigen haben.

Die Methode, welche zur Entscheidung dieser Frage in Anwendung zu bringen ist, sieht etwas roh aus, aber einmal ist sie, soweit ich sehen kann, die einzig mögliche und andererseits hat der Erfolg für ihre Brauchbarkeit entschieden. Man zerschneide nämlich den *Amphioxus* in der Hand mit einer guten Scheere zunächst in zwei Stücke, ein Kopf- und ein Schwanzstück, lege beide Stücke in das Wasser zurück und gönne ihnen einige Zeit der Erholung, so findet man,

dass auf Reiz nicht allein das Kopfstück, sondern auch das Schwanzstück völlig regelmässige Locomotionen ausführt bei völliger Aequilibrirung und mit dem Kopfende regelmässig voraus.[1] Man kann den *Amphioxus* auch in drei oder vier Theile zerschneiden: stets kehrt unter den angegebenen Bedingungen dasselbe Resultat wieder. Daraus folgt, dass (theoretisch ausgedrückt) jedes Metamer die Function des Gesammtthieres wiederholt und dass wir im *Amphioxus*, wie auch die Morphologie lehrt, ein wahres Rückenmarkswesen vor uns haben.

Die naturgemäss sich hier anreihenden theoretischen Betrachtungen werden im Verein mit der Physiologie des Nervensystems der Fische an anderer Stelle ausführlich behandelt werden.

II.

Seitdem Flourens im Jahre 1824 mitgetheilt hatte, dass die Zerstörung der halbcirkelförmigen Canäle bei Tauben sehr charakteristische und schwere Gleichgewichtsstörungen nach sich zieht, haben die Forscher, welche mit demselben Gegenstande beschäftigt waren, sich in zwei etwa gleichwerthige Lager getheilt, wovon das eine Flourens beistimmte, das andere aber jede Störung leugnete. Da beide Theile hinreichende Beweise für ihre Ansicht in den Kampf stellen zu können glaubten, so ist die Frage bisher völlig unentschieden geblieben.

Bei meiner mehrjährigen Beschäftigung mit dem Gehirn der niederen Wirbelthiere habe ich dieser Frage meine Aufmerksamkeit zuwenden müssen und habe darüber auch specielle Erfahrungen gesammelt, ohne mich aber mit Sicherheit nach der einen oder der anderen Seite entscheiden zu können. Nur das Eine war sicher, dass man bisher das richtige Thier nicht gefunden hatte, das sich zur Entscheidung dieser Frage eignete; aber ebenso sicher schien mir, dass man schon lange achtlos an einem Thiere vorbeiging, dessen Qualitäten zur Entscheidung dieser Frage die Morphologen, wie ich gelegentlich gesehen habe, schon lange kennen. Das ist wieder der Haifisch. Einmal seine grosse Resistenz gegen operative Eingriffe, ferner sein knorpliges Skelett, weiter die oberflächliche Lage der *Regio otica* waren Vorzüge, die kein anderes Thier besitzt. Dazu kommt, dass, wie ich gesehen habe, der Knorpel der Ohrregion deutlich blau schimmert, während der benachbarte Knorpel der Gehirnkapsel weiss erscheint. Es gehört daher schon grosse Unachtsamkeit dazu, um jenen zu verfehlen.

[1] Auch hier kommt es, wie beim unversehrten Thiere, nicht selten vor, dass die Bewegung mit dem Schwanzende vorangeht.

Praeparirt man die überall derbe Haut des Haifisches über der Ohrregion ab, so stösst man auf zwei symmetrisch zur Mitte des Schädels gelegene blau schimmernde Prominenzen, welches die oben angeführten *Regiones oticae* sind. Ein ganz flacher Schnitt in horizontaler Ebene mit einem gewöhnlichen Messer durch diese Prominenzen geführt, legt sogleich den einen Canal bloss. Man fasst ihn mit einer guten Pincette, zieht ihn auf beiden Seiten heraus, näht die Haut einfach über der Wunde zu, verschliesst sie noch vorsichtshalber mit Gelatine und bringt den Fisch in's Wasser zurück, so wird man vergeblich auf eine Bewegungsstörung warten. Bei einem anderen Exemplare trage man alle drei Canäle einseitig ab. Es gelingt nämlich nach einiger Übung nicht selten von dem obersten Canale her ohne jeden weiteren Eingriff alle drei Canäle mit einem Zuge herauszuziehen. Auch dieser Haifisch zeigt keine Störung in seinen Bewegungen. Endlich dieselbe Operation auf beiden Seiten ausgeführt, führt ebenso wenig zu irgend einer Störung in den Bewegungen.

Hiermit ist die Frage völlig eindeutig für den speciellen Fall des Haifisches beantwortet; dass diese Antwort aber eine allgemein gültige ist, werde ich an anderer Stelle nachweisen. Daselbst werden auch die Bedingungen nachgewiesen werden, unter welchen jene Forscher gearbeitet hatten, welche zu einem gegentheiligen Resultate gelangt waren.

Über die Verdickungsweise der Palmenstämme.

Von A. W. Eichler.

(Vorgetragen am 11. Februar [s. oben S. 177].)

Hierzu Taf. V.

Unser Wissen über die Verdickungsweise der Palmenstämme wird von De Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane u. s. w. (1877) S. 636, zutreffend in folgender Weise resumirt: »Es bestehen Angaben und Controversen darüber, dass die Internodien der Palmen nach ihrer Gewebestreckung und Differenzirung noch Jahre lang am Umfange zunehmen sollen; eine Erscheinung, welche, wenn sie richtig ist, in Volumenzunahme der vorhandenen Gewebe-Elemente, nicht in cambiogener Neubildung ihren Grund hat«. Hieraus ist ersichtlich, dass über den Gegenstand eigentlich noch nichts feststeht. Dies ist zu verwundern und nur daraus zu erklären, dass man in den Heimathländern der Palmen der Frage keine Beachtung geschenkt, in unseren Klimaten sich aber wohl gescheut hat, das zur Untersuchung erforderliche Material an grossen und alten Gewächshaus-Exemplaren zu opfern.

Was zunächst die Frage betrifft, ob bei den Palmen eine langandauernde Dickenzunahme der Stämme vorkomme, so kann man sich unschwer überzeugen, dass dies in der That der Fall ist. Es liegen Angaben in der Literatur vor, von Martius und Anderen, nach welchen z. B. bei *Metroxylon Rumphii* der Stamm unterwärts einen Durchmesser von fast 1^{m} erreicht[1]; auch sieht man in Palmenhäusern und Photographieen aus den Tropen oft genug Exemplare, welche sich von unten nach oben bald mehr, bald weniger verjüngen. Hier könnte man allerdings sagen, der Stamm sei nicht nach unten dicker, sondern nach oben dünner geworden; wer hat aber schon eine Palme mit einem meterdicken Stammscheitel gesehen, wie er unter jener Voraussetzung bei *Metroxylon Rumphii* in der Jugend gewesen sein müsste? Auch ist bekannt, dass *Liristonen* und andere Palmen, je

[1] Hist. nat. Palm. vol. I p. LXXXIII.

älter sie werden, immer grössere Kübel beanspruchen; und schliesslich versteht es sich fast von selbst, dass mit zunehmender Höhe freistehende Palmen sich unterwärts verdicken müssen, um dem Sturm und Wind hinlänglichen Widerstand zu leisten.

Hiermit ist nicht gesagt, dass sämmtliche Palmen mit fortschreitendem Alter ihren Stamm verdicken; wie es scheint, ist dies vielmehr nur bei einer beschränkten Zahl der Fall. Sehr genaues ist in dieser Hinsicht allerdings zur Zeit nicht festzustellen; doch bleiben wohl die Geonoma- und Calamus-artigen Palmen Mohl's ausser Betracht und es sind wesentlich nur die Cocos- und Mauritia-ähnlichen Formen, welche Beispiele für eine dauernde Stammverdickung liefern.

In Martius' grossem Palmenwerke, Vol. I p. LXXXIV, wird eine Reihe von Messungen mitgetheilt, welche nicht nur das oben gesagte bestätigen, sondern zugleich eine ungefähre Vorstellung gewähren, in welchem Verhältniss die Dickenzunahme der betreffenden Stämme vor sich geht. Ich reproducire daraus die augenfälligeren Beispiele, unter Zugabe einiger anderen, welche im hiesigen botanischen Garten gemessen wurden und die in der Tabelle durch ein † vor dem Namen bezeichnet sind; in der ersten Columne ist die Länge des betreffenden Stammstücks, in der zweiten und dritten sein unterer, bez. oberer Durchmesser angegeben, in der vierten Columne findet man dann den Zuwachs des Durchmessers, berechnet auf 1^{m} Stammlänge. Alle Angaben sind im Metermaasse; die von Martius, der sich noch der Pariser Linien bediente und nicht Durchmesser, sondern Umfang der Stämme angab, nach entsprechender Reduction.

A. Tabelle über den Dickenzuwachs von Palmenstämmen.

	Stammlänge	Durchmesser		Zuwachs des Durchmessers pro 1^{m} Stammlänge
		unten	oben	
Acrocomia aculeata	4.50	0.30	0.17	0.029
globosa	2.00	0.17	0.08	0.045
Areca montana	4.50	0.27	0.10	0.038
rubra	2.00	0.13	0.11	0.010
Caryota urens	3.48	0.29	0.21	0.023
Cocos coronata	5.50	0.33	0.13	0.036
nucifera	22.09	0.74	0.46	0.013

	Stammlänge	Durchmesser unten	Durchmesser oben	Zuwachs des Durchmessers pro 1^m Stammlänge
†Cocos plumosa	2.00	0.18	0.15	0.015
† » flexuosa I.	10.00	0.31	0.08	0.023
† » » II.	2.00	0.25	0.21	0.020
Elaeis Guineensis	3.34	0.49	0.24	0.075
Euterpe oleracea	32.57	0.44	0.14	0.009
Latania Commersonii	5.77	0.61	0.30	0.056
†Livistona Chinensis	2.00	0.32	0.28	0.020
Mauritia flexuosa	25.50	0.87	0.52	0.014
Oenocarpus Bataua	25.90	0.43	0.25	0.007
†Phoenix spinosa	2.60	0.11	0.09	0.008
†Seaforthia elegans	2.00	0.17	0.14	0.015

Die Dickenzunahme pro Meter Stammlänge schwankt hiernach bei den aufgeführten Arten zwischen den weiten Grenzen von 0^m007 und 0^m075. Da jedoch die grösseren Beträge alle von verhältnissmässig kurzen Stämmen herrühren, während die längeren Stämme bedeutend niedrigere Ziffern ergeben, so dürften erstere nicht das für die ganze Lebensdauer gültige Durchschnittsmaass der Stammverdickung darstellen, sondern mit fortschreitendem Alter eine erhebliche Reduction erfahren.[1] Am häufigsten sind Beträge zwischen 10 und 25^{mm}. Zum Vergleiche mit Laub- und Nadelbäumen gebe ich unter B. eine ähnliche, für die Nadelhölzer allerdings recht dürftige Tabelle nach Messungen im hiesigen Botanischen Garten[2]; es geht aus derselben hervor, dass die Dickenzunahme der Palmenstämme im Allgemeinen nicht hinter der von Laub- und Nadelhölzern zurücksteht, wenn auch, bei der meist nur kurzen Lebensdauer der ersteren, so gewaltige

[1] Aus diesem Grunde sind auch die Beispiele von Stämmen unter 2^m Länge, welche sich in Martius' Tabelle finden, weggelassen; der Zuwachs pro Meter Stammlänge berechnet sich daraus mitunter auf 120^{mm}. Die von mir selbst beigebrachten Fälle von nur 2^m Stammlänge sind alle von Palmen mit viel höherem Stamme genommen; es wurde dabei die oft plötzlich, zuweilen fast knollenförmig verdickte Basis des Stammes unberücksichtigt gelassen. Ob dies auch in den Martius'schen Beispielen geschehen, ist nicht evident; die Ziffern der Tabelle sind daher nur in bedingter Weise vergleichbar.

[2] Ich bemerke hierzu, dass nur gut und regelmässig gewachsene Exemplare ausgewählt und die Maasse immer am eigentlichen Stamm, unterhalb der Äste und oberhalb des auch hier oft vorkommenden »Wurzelknotens« genommen wurden.

Dimensionen, wie sie bei Laub- und namentlich Nadelbäumen vorkommen, nicht erreicht werden.

B. Tabelle über den Dickenzuwachs der Stämme von Laub- und Nadelhölzern.

	Stammlänge	Durchmesser		Zuwachs des Durchmessers pro 1m Stammlänge
		unten	oben	
Pinus nigricans	5	0.45	0.38	0.014
» silvestris	5	0.58	0.48	0.020
Taxodium distichum	4	0.63	0.51	0.030
Alnus glatinosa	5	0.54	0.44	0.020
» cordifolia	5	0.37	0.27	0.020
Betula alba	5	0.60	0.48	0.024
Carpinus Betulus	3	0.34	0.31	0.010
Fagus silvatica	4	0.53	0.48	0.012
Quercus pedunculata	5	0.87	0.73	0.028
» sessiliflora	4	0.59	0.53	0.015
» Cerris	4	0.47	0.43	0.010
» palustris	4	0.52	0.43	0.022
» rubra	5	0.25	0.20	0.010
Juglans nigra	3	0.88	0.79	0.030
Carya alba	5	0.21	0.17	0.008
» amara	5	0.37	0.30	0.014
Populus alba	5	0.55	0.48	0.014
» canadensis	5	1.37	1.15	0.044
» nigra	5	0.73	0.60	0.026
Salix alba	5	0.56	0.48	0.016
Ulmus campestris	5	0.56	0.50	0.012
» effusa	5	0.73	0.60	0.026
» fulva	5	0.54	0.49	0.010
Celtis australis	5	0.34	0.29	0.010
Platanus orientalis	5	1.06	0.76	0.060
Magnolia acuminata	5	0.35	0.27	0.016
Liriodendron tulipifera	5	0.33	0.25	0.016
Tilia grandifolia	4	0.72	0.63	0.022
parvifolia	5	0.57	0.46	0.022

	Stammlänge	Durchmesser unten	Durchmesser oben	Zuwachs des Durchmessers pro 1m Stammlänge
Aesculus Hippocastanum	5	0.76	0.63	0.026
Ailanthus glandulosa . . .	5	0.41	0.31	0.020
Prunus Padus.	4	0.42	0.35	0.017
Robinia Pseudacacia. . . .	5	0.49	0.38	0.022
Gleditschia triacantha . .	4	0.38	0.30	0.020
Fraxinus excelsior	5	0.54	0.48	0.012

Also das steht fest: viele baumartige Palmen verdicken sich mit dem Alter. Es fragt sich nun, auf welche Weise dies geschieht. Hierüber kann nur die anatomische Untersuchung des Stammes in verschiedenen Höhen Auskunft geben. Ich liess daher im Botanischen Garten einen Stamm von *Cocos flexuosa* MART. fällen, der bei einer Höhe von etwa 12m, unten am Wurzelknoten 40cm, 1m oberhalb noch 31cm Durchmesser besass, 3m über dem Grunde jedoch schon auf 14.5cm sich verjüngte und von da ab ganz allmählich dünner wurde, bis er etwa 1m unter dem Vegetationspunkt — es war dies zugleich dicht unter der Insertion der ältesten noch vorhandenen Blattscheide — blos noch 8cm im Durchmesser zeigte. Betrachten wir nun zunächst einen an dieser letzteren Stelle genommenen Querschnitt (Taf. V, Fig. 1).

Wie der Querschnitt eines Palmenstammes im Allgemeinen aussieht, ist bekannt.[1] In einem parenchymatischen, dünnwandigen Grundgewebe liegen an der Peripherie zahlreiche dünne Sklerenchymstränge, häufig untermischt mit Gefässbündeln von meist nur geringem Durchmesser; dadurch wird eine Art Rinde gebildet, von MOHL »Faserschicht« genannt, welche allerdings gegen den inneren Theil, der Holzkörper heissen möge, nichts weniger als scharf abgegrenzt ist. Im Holzkörper werden die Sklerenchymstränge spärlicher oder fehlen ganz; dafür sind die Gefässbündel zahlreicher, grösser und namentlich am Umfang dichter gedrängt, während sie in der Mitte viel lockerer stehen, so dass das Centrum des Stammes eine weiche, markige Beschaffenheit darbietet. An der Grenze zwischen Holzkörper und Faserschicht sind die Gefässbündel, im Übergang zu denen der Faserschicht, meist etwas kleiner, als die weiter nach innen liegenden. Das Grundgewebe zeigt sich in der Mitte am grosszelligsten, nach

[1] Vergl. hierzu hauptsächlich MOHL in MARTIUS, Hist. nat. Palm. I.

aussen hin wird es immer kleinmaschiger; der Übergang vom Holzkörper zur Faserschicht ist in der ersten Jugend, dicht unterhalb des Punctum vegetationis, noch durch einen Meristemring, späterhin durch keine deutliche Grenze mehr bezeichnet.

Was den Verlauf der Gefässbündel in der Längsrichtung anbelangt, so interessirt uns zwar das hier nicht unmittelbar, doch sei bemerkt, dass das Mohl'sche Schema, wonach die Bündel vom Blatte aus zunächst nach der Mitte des Stammes hinlaufen und sodann ganz allmählich wieder nach der Peripherie zurückkehren sollen, jedenfalls nur für einen Theil der Blattbündel Geltung hat, während andere, und zwar besonders die der Oberfläche benachbarten, welche zugleich die schwächsten sind, minder tief in das Innere des Stammes vordringen oder in der Faserschicht einfach vertical herablaufen.

Der Bau der Gefässbündel an sich ist bekannt; sie sind im Allgemeinen mit dem Vasaltheil nach der Mitte, mit dem Siebtheil nach der Peripherie des Stammes gerichtet;[1] jedes hat auf der Aussenseite einen Sklerenchymbelag, der bei alten Stämmen sehr dick, hart und braun gefärbt zu sein pflegt.

Betrachtet man nun den, 1^m unterhalb der Stammspitze genommenen Querschnitt von *Cocos flexuosa*, Fig. 1, so zeigt sich, dass hier nur erst bei den in der peripherischen Faserschicht verlaufenden Gefässbündeln der Sklerenchymbelag fertig ausgebildet ist, indem dessen Zellen bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickt und mit der für fertiges Sklerenchym charakteristischen gelblichen Färbung ausgestattet sind (Fig. 3). Hiergegen ist bei den Bündeln des Holzkörpers (Fig. 5) das Sklerenchym noch von jugendlicher Beschaffenheit, der ganze Belag von verhältnissmässig geringem Umfang, die Zellen noch ganz eng und dünnwandig; nur gegen den Siebtheil hin zeigt ein Querstreif der Zellen bereits den Anfang sklerenchymatischer Ausbildung. Übergangsformen finden sich an der Grenze gegen die Faserschicht; doch sind sie nicht eben zahlreich, so dass die Bündel der Faserschicht sich ziemlich scharf und plötzlich gegen die des Holzkörpers abgrenzen.

Hiergegen erscheint die eigentliche Fibrovasalpartie der Bündel durch den ganzen Querschnitt des Stammes hindurch schon so gut wie fertig ausgebildet und dasselbe gilt für die isolirten Sklerenchymstränge, welche bei *Cocos flexuosa* das Grundgewebe sowohl im Holzkörper als in der Faserschicht, letztere dabei in viel grösserer Anzahl durchziehen; sie gleichen durch den ganzen Querschnitt hindurch, was

[1] Hin und wieder begegnet es, dass sie quer oder sogar mit dem Vasaltheil nach aussen gerichtet sind, letzteres allerdings selten.

Grösse und Verdickung ihrer Zellen betrifft, den Sklerenchymbelägen der Gefässbündel in der Faserschicht (vergl. Fig. 3, 5). Schliesslich zeigt sich auch das Grundgewebe insoweit abgeschlossen, als meristematische Bildungsherde in ihm nicht mehr wahrnehmbar sind, mögen auch hier und da vielleicht noch einzelne Zellentheilungen vorkommen.

Betrachtet man nun einen Querschnitt aus dem unteren Theil des Stammes, etwa 3^m über dem Boden, wo der Durchmesser $0^m.145$, also fast das Doppelte des oben beschriebenen beträgt, so zeigt sich zunächst (Fig. 2), dass weder die Gefässbündel, noch die isolirten Sklerenchymstränge, noch auch die Zellen des Grundgewebes an Zahl zugenommen haben; die stattgehabten Veränderungen betreffen nur die weitere Ausbildung der bereits oben im Stamme vorhandenen Gewebe. In der Faserschicht ist lediglich nur das Grundgewebe grossmaschiger geworden, wobei sich die Zellen zugleich in tangentialer Richtung etwas gestreckt haben (Fig. 4), die Faserbündel sind dadurch weiter auseinander gerückt, als vorher, sonst aber haben sie sich in nichts verändert. An der Peripherie hat sich durch Absterben eines Gewebestreifens (ohne Auftreten von Kork) eine dünne Borke gebildet, die übrigens schon ziemlich frühzeitig, etwa $1\frac{1}{2}^m$ unter dem Gipfel, in die Erscheinung tritt.

Betreffend die Veränderungen im Holzkörper, so ist auch hier zunächst das Grundgewebe überall grossmaschiger geworden. Am auffälligsten ist dies in der Mitte, wo die Gefässbündel lockerer stehen; nach aussen hin, wo sie dichter gedrängt und oft nur durch zwei oder drei Reihen von Parenchymzellen geschieden sind, springt es weniger in die Augen, auch kommt hier noch hinzu, dass durch das sogleich zu beschreibende Wachsthum der Sklerenchymbeläge der Gefässbündel der Raum zur Ausdehnung beschränkt und oft ein (scheinbares) Zusammendrücken der Zellen zwischen den Bündeln herbeigeführt wird. Während nämlich die isolirten Sklerenchymstränge so geblieben sind, wie sie anfangs waren, und auch die Vasaltheile der Gefässbündel keine wesentliche Veränderung erfuhren, so haben sich die zu letzteren gehörigen Aussenbeläge ganz bedeutend weiter entwickelt (Fig. 6); alle ihre Zellen haben sich erweitert und zugleich erheblich verdickt. Der ganze Belag hat sich dadurch gegen das Anfangsstadium um das Drei- und Vierfache vergrössert und ist zu einer braunen (auf Schnitten in durchfallendem Licht gelblichen) Masse geworden, welche dem Messer bedeutenden Widerstand entgegensetzt und vornehmlich die Härte des Holzkörpers bedingt. Diese Umbildung erfolgt, wie der Vergleich höher gelegener Schnitte darthut, durch den ganzen Holzkörper hindurch zu gleicher Zeit.

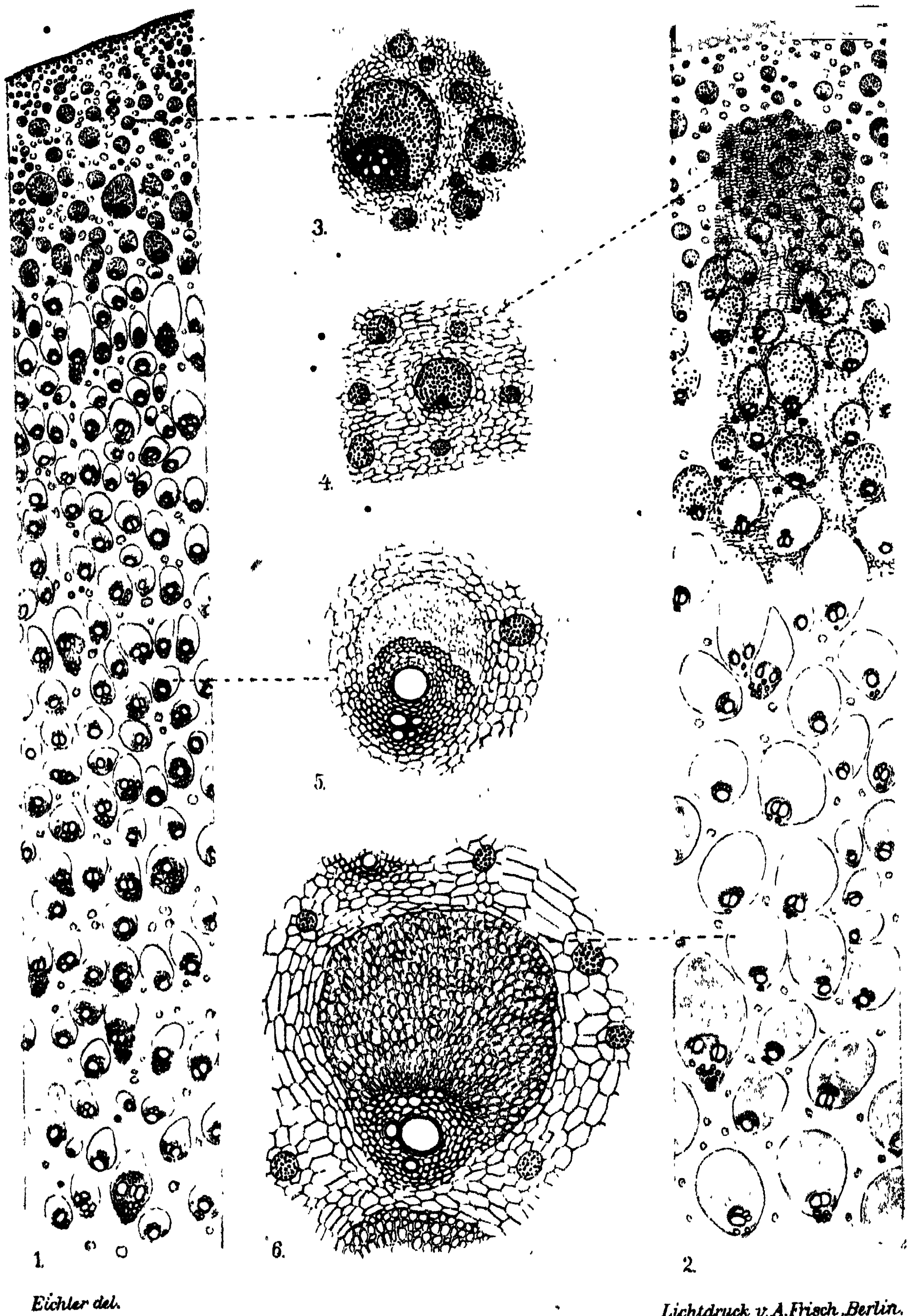
Weiter nach abwärts, wie auch in der plötzlichen Basalanschwellung (dem »Wurzelknoten«), ist es hauptsächlich nur noch das Grundgewebe, das durch fortgesetzte Erweiterung seiner Zellen eine Modification erfährt; die Gefässbündel, bez. ihre Sklerenchymbeläge, wachsen nur noch ganz wenig und rücken daher im »Wurzelknoten« verhältnissmässig weiter auseinander, als es vorher der Fall war. Neubildungen finden nur in Connex mit entstehenden Wurzeln, jedoch nicht behufs Verdickung des Stammes statt.

Die Dickenzunahme des Stammes erfolgt also bei *Cocos flexuosa* lediglich durch Erweiterung der Zellen des Grundgewebes und der Sklerenchymbeläge der Gefässbündel, soweit letztere dem Holzkörper angehören. Dagegen bleiben die Gefässbündel an sich, die isolirten Sklerenchymstränge und die Sklerenchymbeläge der in der »Faserschicht« enthaltenen Gefässbündel unverändert. Neubildung irgend welcher Gewebe findet bei diesem Dickenwachsthum nicht statt; will man daher, wie es gewöhnlich geschieht, nur dann von Wachsthum sprechen, wenn wirkliche Neubildungen damit verbunden sind, so ist diese Bezeichnung auf den Stamm von *Cocos flexuosa* nicht anwendbar.

Dieselben Verhältnisse, wie bei *Cocos,* fand ich nun auch, wenigstens der Hauptsache nach, bei *Phoenix spinosa* Thonn., *Pinanga costata* Bl. und verschiedenen anderen Palmen, welche ich lebend untersuchte; desgleichen zeigten die trockenen Palmenstämme des hiesigen botanischen Museums nichts, was auf eine Abweichung von jenem Verdickungsmodus hingedeutet hätte. Auch bei *Hyphaene thebaica* Mart., der Schleiden ein mit *Dracaena* übereinstimmendes Wachsthum zuschreibt[1], besteht das gleiche Verhalten wie bei *Cocos* (abgesehen davon, dass im Holzkörper, wie übrigens noch bei vielen anderen Palmen, die isolirten Sklerenchymstränge fehlen); ich habe hier Hrn. Prof. Schweinfurth zu Cairo für Zusendung geeigneten Untersuchungsmaterials, das derselbe seinerseits erst aus Luxor kommen lassen musste, ganz besonders zu danken.

Es bestätigt sich somit die Vermuthung, welche de Bary über die Art, wie die Palmenstämme sich eventuell verdicken möchten, geäussert hat. Von Interesse erscheint hierbei, dass die sich ausdehnenden und verdickenden Gewebe die Fähigkeit hierzu so lange Zeiträume hindurch, wie sie hier in Betracht kommen, beizubehalten vermögen.

[1] Grundzüge der wissenschaftl. Botanik, 4. Aufl. S. 369.



Eichler del.

Lichtdruck v. A. Frisch, Berlin.

Eichler, Verdickungsweise der Palmen.

Erklärung der Figuren von Tafel V.

Alles zu *Cocos flexuosa* MART.

Fig. 1. Stück eines Stammquerschnitts 1^{m} unterhalb des Vegetationspunktes. (Stammdurchmesser hier = 8^{cm}).

Fig. 2. Desgleichen 9^{m} unterhalb des Vegetationspunktes. (Stammdurchmesser an dieser Stelle = 14.5^{cm}).

Fig. 3. Parthie aus der Faserschicht von Fig. 1, mehr vergrössert.

Fig. 4. Desgleichen von Fig. 2.

Fig. 5. Gefässbündel mit umgebendem Grundgewebe aus Fig. 1.

Fig. 6. Desgleichen aus Fig. 2.

Vergrösserung von Fig. 1 und 2 = 14, von Fig. 3—6 = 45.

Die Selbstinduction bifilar gewickelter Drahtspiralen.

Von Prof. H. F. Weber
in Zürich.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz am 6. Mai [s. oben S. 439].)

Bisher ist fast allgemein[1] die Annahme gemacht worden, dass vollkommen bifilar gewundene Drathspiralen inductionslos sind, d. h. keine Selbstinduction besitzen.

So sagt Maxwell: (Treatise on Magnetism and Electricity, Vol. I, p. 391) »To avoid the electromagnetic effects of the current in the coil the wire is first doubled back on itself and then coiled on the tube, so that at every part of the coil there are equal and opposite currents in the adjacent parts of the wire.«

In ähnlicher Weise drückt Hr. G. Wiedemann die Eigenschaft der bifilaren Wickelung wiederholt aus; gelegentlich der Beschreibung der Siemens'schen Widerstandssätze sagt er z. B.: »Die Spiralen bestehen aus zwei gleichen, parallel neben einander gewundenen übersponnenen Drähten, die an den einen Enden mit einander verlöthet sind, so dass der Strom beide Hälften in entgegengesetztem Sinne durchläuft und Inductionsströme sowie magnetische Wirkungen nach Aussen vermieden sind.« (Galvanismus, Bd. I, S. 435).

Als man in den letzten Jahren anfing oscillirende elektrische Ströme zu elektrischen Messungen zu verwenden und als Reagens auf diese Ströme das Telephon zu benutzen, stiess man bisweilen auf Erscheinungen, welche der Inductionslosigkeit bifilar gewundener Spiralen — der bifilar gewundenen Drathspiralen von Widerstandssätzen — zu widersprechen schienen. Man legte jedoch diese Erscheinungen stets so aus, dass die Annahme der Inductionslosigkeit vollkommen bifilar gewundener Spiralen die Voraussetzung der Auslegung bildete.

So bemerkte Hr. F. Kohlrausch, seit er zur Messung der Widerstände von Elektrolyten mittels wechselnder Ströme das Telephon als Beobachtungsmittel gebrauchte, gewisse die Beobachtungen störende Erscheinungen, die auch dann bestehen blieben, als er vollkommen regelmässig bifilar gewundene Drahtwiderstände zur Messung benutzte. Da er, der allge-

[1] Siehe die nachträgliche Bemerkung.

meinen Annahme folgend, von der Voraussetzung ausging, dass solche völlig regelmässig bifilar gewundene Drahtspiralen keine Selbstinduction ausüben können, war er gezwungen, diese Störungen in einer besonderen Weise zu deuten, von welcher übrigens gezeigt werden kann, dass sie nicht zulässig ist: »Das Tonminimum im Telephon kann durch verschiedene Umstände verwischt werden. So waren sehr grosse Drahtwiderstände im Allgemeinen nicht zur Vergleichung tauglich, auch wenn die Rollen sorgfältig bifilar gewunden waren, was offenbar von der Ladungscapacität solcher Rollen herrührt. Deswegen wurden zur Vergleichung höchstens Rollen von 2000 S. E. gebraucht.« (Wiedemann's Annalen XXVI, S. 171).

Diese bisher übliche Annahme, dass bifilar gewundene Drahtspiralen inductionslos sind, ist unrichtig. Ich habe vor einiger Zeit gelegentlich einer Verwendung oscillirender Ströme zu genauen Messungen die Einsicht gewonnen, dass auch die vollkommensten bifilar gewundenen Drahtspiralen nicht inductionslos sein können, sondern der Natur der Sache nach eine sehr beträchtliche Selbstinduction besitzen müssen, welche alle die elektrischen Messungen, in welchen bifilar gewundene Spiralen zur Verwendung kommen, in grösserem oder geringerem Grade, je nach der Art der Messungen, compliciren muss.

Da die Benutzung oscillirender Ströme zu den verschiedensten elektrischen Messungen mehr und mehr Eingang findet, dürfte die Darlegung dieser Wahrheit vielleicht einiges Interesse gewähren.

Es möge zunächst eine bifilare Drahtwickelung betrachtet werden, die nur aus einer einzigen vollkommen bifilar geführten Windung besteht, deren zwei Theile — die Windung (1) und die Windung (2) — also nach Grösse und Gestalt völlig gleich sind. Wir nehmen an, dass die Enden der beiden Windungen (1) und (2) verbunden sind und dass der variable Strom i durch den Anfang a der Windung (1) ein- und durch den Anfang b der Windung (2) austritt. Dann sind die einzelnen elektromotorischen Kräfte, welche im Zeitmomente t in der Doppelwindung inducirt werden:

1. $Q_1 \cdot \frac{di}{dt}$ in der Windung (1), von der Windung (1) erzeugt, gegen a hin gerichtet,
2. $Q_2 \cdot \frac{di}{dt}$ in der Windung (2), von der Windung (2) erzeugt, gegen a hin gerichtet,
3. $P_{1,2} \cdot \frac{di}{dt}$ in der Windung (1), von der Windung (2) erzeugt, von a weg gerichtet,
4. $P_{2,1} \cdot \frac{di}{dt}$ in der Windung (2), von der Windung (1) erzeugt, von a weg gerichtet.

Hier bedeutet Q_i das Selbstpotential der $i$ten Windung und $P_{m,n}$ das gegenseitige Potential der Windungen (m) und (n).

Die Summe dieser elektromotorischen Kräfte, in der Richtung gegen a hin genommen, ist:

$$(Q_1 + Q_2 - P_{1,2} - P_{2,1}) \cdot \frac{di}{dt}$$

oder

$$(2Q - 2P_{1,2}) \cdot \frac{di}{dt},$$

da ja nach der Voraussetzung $Q_1 = Q_2 = Q$ zu setzen ist und in jedem Falle die Gleichung $P_{1,2} = P_{2,1}$ besteht.

Der Coefficient der Selbstinduction dieser einen bifilaren Windung ist hiernach:

$$S'' = 2(Q - P_{1,2}).$$

Aus dem Wesen der Grössen Q und $P_{1,2}$ folgt, dass dieser Werth stets grösser als Null ist.

Ist die bifilare Wickelung aus zwei Doppelwindungen zusammengesetzt, von denen die eine aus den einander gleichen Windungen (1) und (2), die andere aus den einander gleichen Windungen (3) und (4) bestehen mag, und ist der Stromlauf der Art, dass der Strom durch den Anfang a der Windung (1) eintritt, die Windung (1), hierauf die Windung (3) durchläuft, um durch die Windungen (4) und (2) nach dem Anfange b der Windung (2) zu gelangen, so sind die einzelnen 16 elektromotorischen Kräfte, die in diesen 4 Windungen inducirt werden, die folgenden:

$$\left.\begin{array}{l} Q_1 \cdot \frac{di}{dt} \\ Q_2 \cdot \frac{di}{dt} \\ Q_3 \cdot \frac{di}{dt} \\ Q_4 \cdot \frac{di}{dt} \\ P_{1,3} \cdot \frac{di}{dt} \\ P_{3,1} \cdot \frac{di}{dt} \\ P_{2,4} \cdot \frac{di}{dt} \\ P_{4,2} \cdot \frac{di}{dt} \end{array}\right\} \text{nach } a \text{ hin gerichtet,} \qquad \left.\begin{array}{l} P_{1,2} \cdot \frac{di}{dt} \\ P_{2,1} \cdot \frac{di}{dt} \\ P_{2,3} \cdot \frac{di}{dt} \\ P_{3,2} \cdot \frac{di}{dt} \\ P_{3,4} \cdot \frac{di}{dt} \\ P_{4,3} \cdot \frac{di}{dt} \\ P_{1,4} \cdot \frac{di}{dt} \\ P_{4,1} \cdot \frac{di}{dt} \end{array}\right\} \text{von } a \text{ weg gerichtet.}$$

Die resultirende auf a hin gerichtete elektromotorische Kraft hat hiernach die Grösse:

$$\{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 - 2(P_{1,2} + P_{2,3} + P_{3,4}) + 2(P_{1,3} + P_{2,4}) - 2P_{1,4}\} \cdot \frac{di}{dt}.$$

Daraus folgt als Ausdruck des Selbstpotentials dieser zwei Doppelwindungen:

$$S'' = 2\{Q_1 + Q_3 - P_{1,2} - P_{2,3} - P_{3,4} + P_{1,3} + P_{2,4} - P_{1,4}\},$$

da ja $Q_1 = Q_2$ und $Q_3 = Q_4$ zu setzen ist.

In analoger Weise lässt sich das Selbstpotential eines Systems von n-Doppelwindungen ableiten, in welchem die gleichen Windungen (1) und (2) die Doppelwindung (1), die gleichen Windungen (3) und (4) die Doppelwindung (2), ... und die gleichen Windungen $(2n-1)$ und $(2n)$ die Doppelwindung (n) zusammensetzen und in welchem der Stromweg längs der Windungen (1), (3), (5) ... $(2n-1)$, $(2n)$, $(2n-2)$ ... (4), (2) verläuft. Dasselbe hat die Form:

$$\begin{aligned} S'' = \{2Q_1 + 2Q_3 + \ldots 2Q_{2n-1} & - 2(P_{1,2} + P_{2,3} + P_{3,4} + \ldots P_{2n-1,2n}) \\ & + 2(P_{1,3} + P_{2,4} + P_{3,5} + \ldots P_{2n-2,2n}) \\ & - 2(P_{1,4} + P_{2,5} + P_{3,6} + \ldots P_{2n-3,2n}) \\ & + \ldots\ldots\ldots \\ & - 2(P_{1,2n-1} + P_{2,2n}) \\ & + 2P_{1,2n} \end{aligned} \qquad (1)$$

Bilden die n-Doppelwindungen ein einschichtiges Solenoid, dessen völlig gleiche Windungen in gleichen Abständen auf einander folgen, so ist

$$\begin{aligned} Q_1 = Q_2 = Q_3 = \ldots = Q_n &= Q \\ P_{1,2} = P_{2,3} = P_{3,4} = \ldots = P_{2n-1,2n} &= P_{1,2} \\ P_{1,3} = P_{2,4} = P_{3,5} = \ldots = P_{2n-2,2n} &= P_{1,3} \\ \\ P_{2,2n} &= P_{1,2n-1} \end{aligned}$$

und es nimmt S'' die folgende Form an:

$$S'' = 2nQ - 2(2n-1)P_{1,2} + 2(2n-2)P_{1,3} - 2(2n-3)P_{1,4} + \ldots - 2.1P_{1,2n} \qquad (1^a)$$

Wäre dieselbe Spirale unifilar gewickelt, böte sie also dem durchfliessenden Strome den Weg durch die Windungen (1), (2), (3) .... $(2n-1)$, $(2n)$, so wäre die Constante der Selbstinduction der unifilaren Spirale:

$$S' = 2nQ + 2(2n-1)P_{1,2} + 2(2n-2)P_{1,3} + 2(2n-3)P_{1,4} + \ldots + 2.1P_{1,2n} \qquad (2)$$

Eine allgemeine Discussion der Resultate (1) und (1^a) soll hier unterbleiben. Es mag nur auf einen sehr einfachen Fall Bezug genommen werden, welcher sich leicht verwirklichen lässt und welcher in Folge davon mit Nutzen in experimenteller Hinsicht verwerthet werden kann: die n-Doppelwindungen der bifilaren Wickelung bilden eine einschichtige Kreiscylinderspirale, deren $2n$-Windungen in genau gleichen Abständen auf einander folgen, und es ist die Breite b der Spirale gegenüber dem Durchmesser $2r$ der Mittellinie der einzelnen Windungen so klein, dass die Grösse

$$\frac{b^2}{4r^2}$$

als verschwindend klein neben 1 angesehen werden darf.

In diesem Falle lässt sich der Nachweis führen, dass

$$Q = 4\pi r\cdot\left\{\lg\left(\frac{8r}{\rho}\right) - 1.75\right\}$$

$$P_{1,2} = 4\pi r\cdot\left\{\lg\left(\frac{8r}{\delta}\right) - 2.00\right\}$$

$$P_{1,3} = 4\pi r\cdot\left\{\lg\left(\frac{8r}{2\delta}\right) - 2.00\right\}$$

$$P_{1,2n} = 4\pi r\cdot\left\{\lg\left(\frac{8r}{(2n-1)\delta}\right) - 2.00\right\},$$

wo δ den Abstand der Mittellinien je zweier Nachbarwindungen und ρ den Radius des kreisförmigen Querschnittes jeder Windung bedeutet.

Werden diese Formen in die oben für S'' und S' entwickelten Ausdrücke (1^a) und (2) eingesetzt, so ergiebt sich:

$$S'' = 4\pi r\cdot 2n\left\{\lg\left(\frac{\delta}{\rho}\right) + \frac{1}{4} - \frac{2}{2n}\sigma''\right\} \quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1^b)$$

und

$$S' = 4\pi r\cdot 4n^2\left\{\lg\left(\frac{8r}{\delta}\right) - 2 + \frac{1}{2n}\left[\lg\left(\frac{\delta}{\rho}\right) + \frac{1}{4}\right] - \frac{2}{4n^2}\sigma'\right\} \quad\ldots (2^a)$$

wenn

$$\sigma'' = (2n-2)\lg 2 - (2n-3)\lg 3 + (2n-4)\lg 4 - \ldots - 1\lg(2n-1)$$

und

$$\sigma' = (2n-2)\lg 2 + (2n-3)\lg 3 + (2n-4)\lg 4 + \ldots + 1\lg(2n-1)$$

gesetzt wird.

Der Werth $\frac{2}{2n}\sigma''$ nähert sich mit wachsender Zahl $2n$ einer Grenze, die in der Nähe von 0.41 ... liegt; sein Anwachsen bei steigendem $2n$ wird durch die folgende Tabelle verdeutlicht:

$2n = 6$	$\frac{2}{2n}\sigma'' = 0.2133$
$= 12$	$= 0.2551$
$= 18$	$= 0.3448$
$= 24$	$= 0.3632$
$= 30$	$= 0.3770$
$= 36$	$= 0.3872$
$= 42$	$= 0.3945$
$= 48$	$= 0.3991$
....	....

Ist also $2n$ nicht allzu klein, so darf mit Annäherung gesetzt werden:

$$S'' = 4\pi r \cdot 2n \left\{ \lg \frac{\delta}{\rho} + 0.25 - 0.41 \right\}$$

d. h.

$$S'' = 4\pi r \cdot 2n \left\{ \lg \frac{\delta}{\rho} - 0.16 \right\} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (1^c)$$

Dann ist also das Selbstpotential bifilar gewickelter Spiralen der besprochenen Gestalt proportional der doppelten Länge des aufgewickelten Drahtes.

Es ist also möglich, bifilar gewickelte Widerstandsrollen herzustellen, deren Selbstpotentiale ihren Widerständen proportional sind und Werthe besitzen, die aus den Daten r, ρ, δ und $2n$ in sehr einfacher Weise berechenbar sind.

Dieses Resultat wird manchen Messmethoden variabler elektrischer Ströme, welche bisher nur in mangelhafter Form ausgeführt werden konnten, jene Genauigkeit geben können, welche die meisten Methoden zur Messung constanter Ströme besitzen.

Eine nähere Betrachtung der in (1^b) und (2^a) gegebenen Ausdrücke lässt erkennen, dass die bifilarspiralige Wickelung einer gegebenen Drahtlänge keine Vernichtung der Selbstinduction erzeugt, sondern nur eine sehr beträchtliche Reduction jener Selbstinduction hervorruft, welche die unifilar gewickelte Spirale von derselben Drahtlänge besitzen würde. Ist z. B.

$$r = 50^{cm} \qquad \delta = 0.145^{cm} \qquad \rho = 0.045^{cm},$$

so ist für

$$2n = 24 \qquad \frac{S''}{S'} = \frac{1}{102.9}$$

$$= 36 \qquad = \frac{1}{143.3}$$

$$= 48 \qquad = \frac{1}{179.0}$$

Die Verkleinerung der Selbstinduction, welche durch bifilarspiralige Wickelung erzielt werden kann, mag noch in anderer Weise ausgedrückt werden: wäre die gesammte Drahtlänge einer einschichtigen, bifilar gewickelten Spirale mit $2n$ gleichen und gleich geordneten Windungen zu einer geradlinigen Leitung von der Länge $2\pi r \cdot 2n$ ausgestreckt, so würde die Constante der Selbstinduction dieser geradlinigen Leitung den Werth haben:

$$4\pi r \cdot 2n \left\{ \lg\left(\frac{4\pi r \cdot 2n}{\rho}\right) - 0.75 \right.$$

die bifilare Aufwickelung dieses Drahtes zu einer Spirale mit $2n$ gleichen Windungen von kreisförmiger Gestalt reducirt also diesen Werth auf den kleinen Bruchtheil:

$$\frac{\lg\left(\frac{\delta}{\rho}\right) + 0.25 - \frac{2}{2n}\sigma''}{\lg\left(\frac{4\pi r \cdot 2n}{\rho}\right) - 0.75}$$

Trotz dieser sehr bedeutenden Verminderung der Selbstinduction einer Spirale, welche durch bifilare Wickelung derselben erzielt werden kann, ist der unvertilgbare Rest der Induction in der bifilaren Spirale immer noch so gross, dass er in jeder Messmethode, welche bifilare Spiralen benutzt und das Telephon als Reagens auf variable Ströme gebraucht, in stärkstem Maasse hervortreten muss. Nach meinen Erfahrungen lässt sich mittels des Telephons bei hinreichender Verfeinerung der benutzten Untersuchungsmethode eine Änderung der Inductionsconstante im Betrage von 10^{cm} noch deutlich wahrnehmen; würde nun eine bifilar gewundene Spirale mit 8 Windungen vorliegen, für welche

$$2r = 10^{\text{cm}}$$
$$\delta = 0.10^{\text{cm}}$$
$$\rho = 0.04^{\text{cm}},$$

so würde die Selbstinductionsconstante dieser Spirale nach der oben entwickelten Formel der Werth

$$S'' = 457^{\text{cm}}$$

besitzen, mithin eine Grösse darstellen, die nahezu 50 mal grösser ist als jener Werth, der eben noch mit Sicherheit wahrgenommen werden kann.

Nur den so ausserordentlich groben Untersuchungsmitteln, welche man vor der Einführung des Telephons zur Untersuchung variabler elektrischer Ströme verwendete und zum Theil auch heute noch neben dem Telephon zur Anwendung bringt, zeigt sich eine bifilar gewun-

dene Spirale als nahezu inductionslos; dieser scheinbare Mangel an Induction verwandelt sich aber sofort in eine Fülle von Induction, sowie das Untersuchungsmittel jene Feinheit annimmt, welche das Telephon gewährt.

Da die Untersuchungsmethoden zur genauen Bestimmung kleiner Selbstpotentiale zur Zeit noch wenig entwickelt sind, habe ich einige Versuche ausgeführt, die den Zweck hatten, festzustellen mit welcher Genauigkeit sich die verhältnissmässig kleinen Selbstpotentiale bifilar gewickelter Spiralen experimentell ausmitteln lassen.

Es wurden zwei einschichtige kreiscylindrische Spiralen in der Weise bifilar gewickelt, dass die Abstände benachbarter Drathwindungen genau gleich gross ausfielen. Für die Spirale (I) war:

$$\left.\begin{aligned} r &= 50.08^{cm} \\ \delta &= 0.1485^{cm} \\ \rho &= 0.0485^{cm} \\ 2n &= 12 \end{aligned}\right\}$$

Für die Spirale (II) galt:

$$\left.\begin{aligned} r &= 50.08^{cm} \\ \delta &= 0.1437^{cm} \\ \rho &= 0.0485^{cm} \\ 2n &= 24 \end{aligned}\right\}$$

Die oben in (1^b) abgeleitete Form

$$S'' = 4\pi r \cdot 2n \left\{ \lg\left(\frac{\delta}{\rho}\right) + 0.25 - \frac{2}{2n}\sigma'' \right\}$$

liefert als Werth des Selbstpotentials der Spirale (I)

$$S'' = 8045^{cm}$$

und als Werth dieser Grösse für die Spirale (II)

$$S'' = 14703^{cm}.$$

Zur experimentellen Bestimmung der absoluten Werthe der Selbstpotentiale dieser Spiralen habe ich ein Princip angewendet, das Hr. Hughes in allerjüngster Zeit benutzte, um den Einfluss herauszufinden, den Form und Natur der metallischen Leiter auf deren Selbstinduction ausüben, das er aber in unrichtiger Weise handhabte. (Man vergleiche meine »kritischen Bemerkungen über die neuesten Entdeckungen von Hughes über die Selbstinduction der metallischen Leiter« im elektrotechnischen Centralblatt, in der Lumière Electrique und der Electrical Review.) Die exacte Verwerthung dieses Princips führt zu einem etwas com-

plicirten Zusammenhang zwischen vier Selbstpotentialen, einem gegenseitigen Potential und vier Widerständen, aus welchem das eine Selbstpotential ermittelt werden kann, nachdem die acht übrigen Grössen einer Messung unterzogen worden sind.

Der Leiter AB, dessen Selbstpotential gemessen werden soll, bilde die eine Seite eines Wheatstone'schen Drahtvierecks. Die drei übrigen Seiten BC, CD und DA mögen aus den Drähten (2), (3) und (4) bestehen. In der Diagonale AC befindet sich eine Vorrichtung zur Erzeugung eines oscillirenden Stromes und eine erste Drahtspirale Σ_1; in der Diagonale BD ist ein Telephon und eine zweite Drahtspirale Σ_2 eingeschaltet, welche innerhalb der Spirale Σ_1 so aufgestellt ist, dass die Mitten der beiden Spiralen zusammenfallen, die Axen der Spiralen aber irgend einen Winkel bilden, der nach Belieben vergrössert oder verkleinert werden kann.

Zur Messung der Inductionsconstante des Leiters AB werden die Widerstände BC, CD und DA derartig gewählt und der Neigungswinkel der Axen der beiden Spiralen Σ_1 und Σ_2 so gross genommen, dass das Telephon dauernd stumm wird. Aus den Bedingungen für die dauernde Stromlosigkeit des Telephons lässt sich ein Ausdruck für das zu messende Selbstpotential ableiten. Diese Bedingungen lassen sich durch die folgenden Betrachtungen gewinnen.

Nennen wir die zur Zeit t in den sechs Zweigen AC, AB, BC, CD, AD und DB vorkommenden variabeln Stromstärken i_0, i_1, i_2, i_3, i_4 und i, belegen wir die Widerstände und die Constanten der Selbstinduction dieser Zweige mit den Zeichen w_0, w_1, w_2, w_3, w_4 und w und Q_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 und Q, bezeichnen wir das gegenseitige Potential der beiden Spiralen Σ_1 und Σ_2 mit Π, nehmen wir an, dass die elektromotorische Kraft E, welche die oscillirende elektrische Strömung in AC erregt, irgend eine periodische Function der Zeit ist, also durch die Form darstellbar ist:

$$E = \sum_{h=0}^{m} E_h \cdot \cos(hnt + \omega_h),$$

wo h irgend eine ganze Zahl $0, 1, 2 \ldots h \ldots m$ bezeichnet, E_h sowohl als auch ω_h eine von der Natur des angewandten Apparates abhängige Constante und n die Schwingungszahl bedeutet, und machen wir endlich die Voraussetzung, dass nur die Spiralen Σ_1 und Σ_2 gegenseitig Induction aufeinander ausüben, dass dagegen die gegenseitigen inducirenden Wirkungen der übrigen Theile des Leitungsnetzes gleich Null oder verschwindend klein seien, so können wir die sechs variabeln Stromstärken mit Hülfe der sechs Gleichungen:

$$i_0 w_0 + i_1 w_1 + i_2 w_2 + Q_0 \frac{di_0}{dt} + Q_1 \frac{di_1}{dt} + Q_2 \frac{di_2}{dt} + \Pi \frac{di}{dt} = E$$

$$i_3 w_3 + iw - i_1 w_1 + Q_3 \frac{di_3}{dt} + Q \frac{di}{dt} - Q_1 \frac{di_1}{dt} + \Pi \frac{di_0}{dt} = 0$$

$$i_4 w_4 - i_2 w_2 - iw + Q_4 \frac{di_4}{dt} - Q_2 \frac{di_2}{dt} - Q \frac{di}{dt} - \Pi \frac{di_0}{dt} = 0$$

$$i_0 = i_1 + i_3 \qquad i_3 = i_4 + i \qquad i_0 = i_4 + i_2$$

ermitteln.

Als Ausdruck für die Stärke des Brückenstromes erhalten wir:

$$i = \sum_{0}^{m} {}_h E_h \cdot \sqrt{\frac{\alpha_h^2 + \beta_h^2}{\gamma_h^2 + \delta_h^2}} \cdot \cos(hnt + \omega_h + \psi_h),$$

wo

$$\operatorname{tg} \psi_h = \frac{\beta_h \gamma_h - \alpha_h \delta_h}{\alpha_h \gamma_h + \beta_h \delta_h}$$

und wo

$$\alpha_h = w_1 w_4 - w_2 w_3 - h^2 n^2 [Q_1 Q_4 - Q_2 Q_3 - \Pi(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)]$$
$$\beta_h = hn [Q_1 w_4 - Q_3 w_2 + Q_4 w_1 - Q_2 w_3 - \Pi(w_1 + w_2 + w_3 + w_4)]$$

ist. Die Anführung der Formen für γ_h und δ_h mag hier unterbleiben, da die Kenntniss dieser Formen zur Ableitung des Werthes der Inductionsconstante Q_1 nicht nöthig ist.

Soll der Brückenstrom dauernd die Stärke Null haben, so muss der Zähler $\sqrt{\alpha_h^2 + \beta_h^2}$ für jedes h verschwinden. Das kann im Allgemeinen nur eintreten wenn drei Gleichungen erfüllt sind; in dem Falle jedoch, dass die Potentiale Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 und Π so kleine Grössen sind, dass die Quotienten $\frac{n^2 \cdot Q_h \cdot Q_i}{w_k \cdot w_m}$ neben eins vernachlässigt werden können, wird der Brückenstrom verschwinden, sobald die zwei Gleichungen erfüllt sind:

$$0 = w_1 w_4 - w_2 w_3$$

und

$$0 = Q_1 w_4 - Q_3 w_2 + Q_4 w_1 - Q_2 w_3 - \Pi(w_1 + w_2 + w_3 + w_4).$$

Ist demnach durch passende Wahl der Widerstände w_2, w_3, w_4 und durch geeignete Orientirung der beiden Spiralen der Brückenstrom dauernd annullirt worden, so gilt dann die Beziehung:

$$Q_1 = \Pi \left(1 + \frac{w_1}{w_2} + \frac{w_1}{w_3} + \frac{w_1}{w_4}\right) + Q_2 \cdot \frac{w_1}{w_2} + Q_3 \cdot \frac{w_1}{w_3} - Q_4 \cdot \frac{w_1}{w_4}.$$

Diesen Zusammenhang hätte Hr. Hughes entwickeln und anwenden müssen, um exacte Resultate für die Inductionsconstanten der untersuchten Leiter gewinnen zu können. Seine unbewiesene An-

nahme, dass Q_1 lediglich von Π abhänge und zwar dieser Grösse proportional sei, musste ihm die gänzlich bedeutungslosen Werthe für die zu messenden Inductionsconstanten liefern, welche er publicirt hat.

Diese entwickelte Abhängigkeit des abzuleitenden Selbstpotentials Q_1 von den übrigen acht Grössen ist wohl etwas zu complicirt, um sehr genaue Resultate geben zu können. Eine grössere Genauigkeit dürfte nur durch Einführung solcher Modificationen des Hughes'schen Verfahrens zu erzielen sein, welche den für Q_1 abgeleiteten Ausdruck zu vereinfachen vermögen.

Ich habe einige solcher vereinfachender Modificationen in der letzten Zeit durchgeführt; eine derselben wird in der folgenden Weise gewonnen.

Dem Leiter AB, dessen Selbstpotential gemessen werden soll, wird die Form einer nahezu geschlossenen ebenen Leitungsbahn von kreisförmiger oder rechteckiger Gestalt gegeben; die in nächster Nähe stehenden Enden dieser Leitungsbahn seien a und b. Diese ebene Leitungsbahn wird vertical gestellt und so orientirt, dass die Enden a und b oben stehen. Senkrecht zu dieser ebenen Leitungsbahn wird ein Paar gleich langer, gleich dicker, dünner Neusilberdrähte von gleichem Widerstande — diese Drähte mögen die Drähte (3) und (4) heissen — aufgestellt, welche in nächster Nähe parallel verlaufen. Die einen Enden dieser parallelen Drähte (3) und (4) sind im Punkte D zusammengelöthet, die anderen freien Enden, c am Drahte (3) und d am Drahte (4), befinden sich in grösstmöglicher Nähe der Enden a und b des Leiters AB. Diesem Drahtpaar (3) und (4) diametral gegenüber steht auf der anderen Seite der ebenen Leitungsbahn AB ein zweites System von zwei gleich langen, gleich dicken und sehr dünnen Neusilberdrähten, welche ebenfalls in nächster Nähe parallel verlaufen und ebenfalls senkrecht zur ebenen Leitungsbahn AB stehen. Dieses zweite Paar von Drähten, — es mag Leiter (2) genannt werden — ist durch ein mit Quecksilber gefülltes Cylinderchen geführt, das beliebig längs der Drähte verschoben werden kann. Die vorderen, dem Leiter AB zugewandten Endpunkte e und f dieser Drähte stehen in sehr kleinen Abständen von den Endpunkten a, b, c und d. Zwischen diesen sechs Endpunkten werden durch gut leitende Kupferdrähte folgende Verbindungen hergestellt: b wird mit e, f mit c und endlich d mit dem Anfangspunkte a des Leiters AB verbunden. Der oscillirende Strom tritt im Punkte a in das Leitersystem ein, im Punkte c aus. Der durch das Telephon führende Brückendraht endigt einerseits in dem Punkte D, wo die Drähte (3) und (4) zusammenlaufen, andererseits in dem Punkte e, in welchem der Endpunkt des Leiters AB mit dem Anfang des Leiters (2) verbunden ist.

In dieser Zusammenstellung kann die gegenseitige inducirende Wirkung aller einzelnen Drähte vollständig eliminirt werden, nur nicht die gegenseitige Induction der Drähte (3) und (4). Diese letztere hat aber auf das Endresultat keinen Einfluss; denn die Durchführung der Berechnung der Stromstärken ergiebt für das dauernde Verschwinden des Brückenstromes dieselben zwei Bedingungsgleichungen, die im oben behandelten Falle gewonnen wurden:

$$o = w_1 w_4 - w_2 w_3$$
$$o = Q_1 w_4 - Q_2 w_3 + Q_4 w_1 - Q_3 w_2 - \Pi (w_1 + w_2 + w_3 + w_4).$$

Da nach der Natur der beschriebenen Zusammenstellung

$$w_3$$
$$\text{und } Q_3 = Q_4,$$

so ist, sobald durch Variation des Widerstandes w_2 des Leiters (2) und durch Verstellung der beiden Spiralen das Telephon dauernd stumm gemacht worden ist, $w_1 = w_2$ und in Folge dessen ergiebt sich als Ausdruck für Q_1 die einfache Beziehung:

$$Q_1 = Q_2 + \Pi \left(2 + 2 \frac{w_1}{w_3}\right).$$

Zur weiteren Vereinfachung dieses Verfahrens ist noch dafür zu sorgen, dass die Grösse Q_2 zu einer so kleinen Correctionsgrösse gemacht wird, dass es genügt, ihren Grössenwerth abzuschätzen. Das wird erreicht, sobald die zwei parallelen Drähte, die den Leiter (2) zusammensetzen, in Form sehr dünner Neusilberdrähte genommen werden, die in kleinstem Abstande parallel verlaufen. Dann ist nur ein sehr kurzes Stück dieses Drahtpaares in die Leitung (2) einzuschalten um $w_2 = w_1$ zu erhalten; diese kurze Länge und der sehr kleine Abstand beider Drähte ergeben dann für die Grösse Q_2 nur wenige Centimeter, deren Anzahl aus Länge, Dicke und Abstand der Drähte leicht abgeschätzt werden kann.

Da der Werth von Π aus der Grösse, der Gestalt und der relativen Lage der beiden Spiralen Σ_1 und Σ_2 in absolutem Maasse abgeleitet werden kann, lässt sich der Werth von Q_1 absolut ausdrücken. Es ist

$$\Pi = 2\pi^2 \cdot \frac{\rho_2^2}{\rho_1} \cdot n_1 \cdot n_2 [1 + A] \cdot \sin v = \Pi_0 \cdot \sin v,$$

wo n_1 und n_2, ρ_1 und ρ_2 die Windungszahlen und die mittleren Radien der beiden Spiralen ausdrücken und v das Complement des Winkels bezeichnet, den ihre Axen einschliessen. A ist ein von v, ρ_1, ρ_2 und von den Querschnittsdimensionen der mit den Windungen erfüllten Räume beider Spiralen abhängiger kleiner Werth, dessen Ausdruck wir hier übergehen wollen.

Nach diesem geschilderten vereinfachten Verfahren wurden die Selbstpotentiale der beiden oben beschriebenen bifilar gewundenen Spiralen ermittelt.

Für den zu den Messungen benutzten Apparat war $\Pi_0 = 17693^{cm}$.

Die Messungen wurden in der Weise ausgeführt, dass der Widerstand w_2 so gross gewählt wurde, dass das Telephon für einen bestimmten Winkel v_1 völlig stumm wurde. Diese Einstellungen konnten mit sehr grosser Genauigkeit ausgeführt werden, da eine Abänderung des richtigen Werthes w_2 um ein Tausendstel seines Betrages schon im Stande war die Stille im Telephon zu unterbrechen und ein Fehler von 0°05 in der Bestimmung jenes Winkels v, der das Telephon vollkommen zur Ruhe brachte, nicht gemacht werden konnte. Hierauf wurde die Stromrichtung in der Spirale Σ_1 gekehrt und die neue Stellung der Spirale Σ_2 unter dem Winkel v_2 gesucht, welche das Telephon stumm machte. Als Winkel v wurde dann die Hälfte von $v_1 - v_2$ genommen. Sodann wurde das Verhältniss $\frac{w_1}{w_3}$ bestimmt. Die Winkel v wurden mit Fernrohr, Spiegel und Scala gemessen.

Die Messungen wurden für jede der beiden Spiralen dreimal durchgeführt. Sie ergaben für die Spirale (I):

$$\sin v = 0.1259 \qquad \frac{w_1}{w_3} = 0.815$$
$$= 0.1256 \qquad = 0.813$$
$$= 0.1254 \qquad = 0.814$$

Die Länge der beiden parallelen dünnen Drähte, die den Widerstand w_2 bildeten, war in diesem Falle 2.5^{cm}; ihr Abstand betrug 0.052, ihre Dicke 0.015^{cm}. Daraus ergiebt sich als geschätzter Werth der kleinen Correctionsgrösse Q_2 die Länge von circa 20^{cm}.

Aus den Mittelwerthen

$$\sin v = 0.1256$$
$$\frac{w_1}{w_3} = 0.814$$

und aus der Apparatconstante $\Pi_0 = 17693^{cm}$ ergiebt sich

$$\Pi_0 \cdot \sin v \cdot \left(2 + 2\,\frac{w_1}{w_3}\right) = 8062^{cm}.$$

Daraus folgt für S'':

$$S'' = 20 + 8062 = 8082^{cm}.$$

Der aus den Dimensionen und der Windungszahl berechnete Werth ist

$$S'' = 8045^{cm}.$$

Für die Spirale (II) ergaben die Messungen:

$$\sin v = 0.1575 \text{ und } \frac{w_1}{w_3} = 1.629$$
$$= 0.1571 \qquad = 1.625$$
$$= 0.1579 \qquad = 1.628$$

Hier war die Länge der beiden parallelen dünnen Drähte, welche den Leiter (2) des WHEATSTONE'schen Vierecks bildeten, gleich 5.1^{cm}; Abstand und Dicke dieser Drähte hatten denselben Werth wie bei der Ausmessung der Spirale (I). Daraus ergiebt sich die Grösse Q_2 von der Ordnung 40^{cm}.

Die Mittelwerthe $\sin v = 0.1575$ und $\frac{w_1}{w_3} = 1.627$ liefern

$$\Pi_0 \cdot \sin v \cdot \left(2 + 2\frac{w_1}{w_3}\right) = 14641^{cm}.$$

Daher wird

$$S'' = 40 + 14641 = 14681^{cm}.$$

Der aus den Daten der Spirale berechnete Werth ist:

$$S'' = 14703^{cm}.$$

Diese Messungen lassen erkennen, dass die absoluten Werthe der Selbstpotentiale der bisher so oft als inductionslos angesehenen bifilar gewundenen Spiralen mit einer Genauigkeit ermittelt werden können, die durchaus nicht jener Genauigkeit nachsteht, die bis heute bei den Messungen der grossen Selbstpotentiale unifilar gewundener Spiralen mit Hülfe der leistungsfähigsten Methoden erzielt wurde.

Nachträgliche Bemerkung: Hr. Geh. Rath VON HELMHOLTZ hatte die Güte, mich während der Drucklegung dieses Aufsatzes darauf aufmerksam zu machen, dass er in einer Preisaufgabe der Berliner Universität, welche von Hrn. H. R. HERTZ gelöst wurde (WIEDEMANN's Annalen, X), Messungen der Induction eindrähtiger und doppeldrähtiger Spiralen zur Abschätzung der Grösse der kinetischen Energie strömender Elektricität benutzen liess, dass jedoch diese Messungen nach einer Methode ausgeführt wurden, welche mit der oben entwickelten Messungsweise nichts Gemeinsames hat. Ich bedauere, dass ich diese erste Untersuchung der Induction bifilar gewundener Spiralen völlig übersehen habe.

Ausgegeben am 27. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.
XXIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

27. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Kronecker las zur Theorie der elliptischen Functionen.

Die Mittheilung erfolgt in den Sitzungsberichten.

2. Hr. Waldeyer legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Dr. Albrecht aus Hamburg vor, betreffend eine zweizipflige Vorderflosse bei *Protopterus annectens.*

Die Mittheilung erfolgt in einem der nächsten Stücke.

3. Auf Antrag der Akademie sind durch Ministerialrescripte vom 20. und 21. Mai 1. 6000 Mark für Correspondenz und Staatsschriften Friedrich's des Grossen, 2. 4000 Mark für die Commentatoren des Aristoteles, 3. 3000 Mark für die griechischen Inschriften, 4. 3000 Mark für die lateinischen Inschriften, 5. 2000 Mark für die Prosopographie der römischen Kaiserzeit, 6. 2000 Mark für Hrn. Dr. Wilcken zum Studium der griechischen Papyrusurkunden in Frankreich und England angewiesen worden.

Am 23. Mai starb Hr. Leopold von Ranke, Mitglied der philosophisch-historischen Classe seit 1832, am 24. Mai Hr. Georg Waitz, Correspondent seit 1842, ordentliches Mitglied der philosophisch-historischen Classe seit 1875.

Ausgegeben am 10. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.

XXX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

10. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Hofmann las: zur Geschichte der Cyanursäure-Aether. Die Mittheilung wird in einem der nächsten Berichte erscheinen.

2. Hr. von Helmholtz legte eine von Hrn. Prof. Kiessling in Hamburg eingesandte Mittheilung über die Bewegung des Krakatau-Rauchs im September 1883 vor, welche umstehend abgedruckt ist.

Die Bewegung des Krakatau-Rauches im September 1883.

Von Prof. J. Kiessling
in Hamburg.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz.)

Hr. Werner Siemens hat in seiner Untersuchung »Über die Erhaltung der Kraft im Luftmeere der Erde« das Gesetz der Erhaltung einer der mittleren lebendigen Kraft des gesammten Luftmeeres entsprechenden Rotationsgeschwindigkeit abgeleitet, und daraus die Schlussfolgerung gezogen, dass bei der allgemeinen Circulation der Luft zwischen dem 35. nördlichen und südlichen Breitengrad sowohl der obere, polwärts gerichtete, wie auch der untere, dem Aequator zugewendete Luftstrom hinter der Erdrotation zurückbleiben, also nach Westen gerichtet sein muss, und dass bei gänzlich fehlender Reibung unter dem Aequator diese Geschwindigkeit 84^m in der Secunde in der Richtung von Ost nach West betragen müsste. Die auf den Ausbruch des Krakatau folgenden optischen Erscheinungen gestatten es, die a. a. O. vorgetragenen theoretischen Erörterungen an der Hand der Erfahrung zu prüfen, indem sich die Bahnen der in sehr hohe Atmosphaerenschichten geschleuderten Rauchmassen unmittelbar nach dem Ausbruch mehrere Wochen lang deutlich verfolgen lassen.

Aus den Ergebnissen, zu welchen die geographische Discussion der bis jetzt bekannt gewordenen Beobachtungen geführt hat, möchte ich Folgendes hervorheben.

Der Ausbruch fand zu einer Jahreszeit statt, wo die Maximalwirkung der Sonnenwärme sich längs des nördlichen Wendekreises geltend macht. Ist also die von Hrn. W. Siemens entwickelte Anschauung richtig, so müssen zu dieser Jahreszeit nicht allein die Mittellinie des nach den Polen abströmenden aequatorialen Luftringes, sondern auch die Wendepunkte der an der südlichen Seite dieses Luftringes spiralförmig aufsteigenden Passatströme in der Nähe des nördlichen Wendekreises liegen. Die beim ersten Ausbruch auf Krakatau am 20. Mai 1883 in die Höhe geschleuderte Rauchsäule hat

die an Bord S. M. Corvette »Elisabeth« direct gemessene Höhe von 11000^{m} erreicht. Man darf daher annehmen, dass bei der unvergleichlich heftigeren Explosion am 27. August die empor geschleuderten Rauch- und Staubmassen durch die untere Passatströmung hindurch bis in die obere Passatströmung vorgedrungen sind. Dann müssen aber von beiden Strömungen gleichzeitig vom 27. August an Rauchwolken in spiralförmig die Erde umkreisenden Bahnen in ost-westlicher Richtung fortgetrieben worden sein.

Die Beobachtungen scheinen die Richtigkeit dieser Schlussfolgerung zu bestätigen. Aus Schiffsjournalen, welche mir theils von der Direction der Seewarte, theils von Hamburger Rhedern gütigst zur Verfügung gestellt worden sind, habe ich die in der fraglichen Periode durchlaufenen Curse derjenigen Schiffe, deren Capitäne überhaupt den betreffenden Erscheinungen Aufmerksamkeit geschenkt haben, in Karten eingetragen. Dadurch ist es möglich, einen vollständigen Überblick über diejenigen Gebiete der aequatorialen Zone zu erhalten, in welchen auf See die vulkanischen Rauchwolken sichtbar gewesen sind. Dabei ist die Voraussetzung gemacht worden, dass die Beobachtungen derjenigen Capitäne, welche überhaupt optische Bemerkungen in die Journale aufgenommen haben, vollständig seien, so dass man aus dem Fehlen einer Bemerkung auch auf das Ausbleiben auffälliger optischer Erscheinungen schliessen darf.

Aus diesen Karten ergiebt sich Folgendes.

1. Der bei weitem grösste Theil der gesammten Rauchmasse hat in WzN Bewegung den Aequator überschritten.

2. Diese Rauchmasse bildet nicht, wie Mr. Ringwood, Sereno Bishop und Verbeek bei ihren Berechnungen annehmen, eine einzige zusammenhängende Wolke; sie besteht vielmehr aus einer ganzen Reihe von Wolken verschiedener Grösse, von denen einzelne in meridionaler Richtung so schmal sind, dass sie von Schiffen mit südlichem oder nördlichem Curs in wenigen Tagen durchsegelt werden. Es ist daher unzulässig, aus der Zeitdifferenz an den verschiedenen Beobachtungsorten die Geschwindigkeit auf den einzelnen Bahnstrecken zu bestimmen. Es lässt sich vielmehr nur eine mittlere Geschwindigkeit der gesammten Bewegung ermitteln. Da bereits am 26. August westlich von Krakatau Erscheinungen beobachtet werden, welche offenbar von Rauchwolken herrühren, während die Hauptexplosion am 27. August Morgens stattgefunden hat, so lässt sich auch für die im atlantischen Ocean bereits vom 30. August an auftretenden Erscheinungen nicht mit Bestimmtheit ermitteln, in welchem Zeitpunkt die Bewegung der betreffenden Rauchmassen von der Sunda-Strasse aus begonnen hat. Trotz dieser Unsicherheit in der Zeitbestimmung

ergiebt sich doch für die mittlere Geschwindigkeit sowohl derjenigen Rauchmassen, welche den Aequator in nördlicher Richtung überschreiten, als auch derjenigen, welche längs des Aequators sich fortbewegen, derselbe Betrag von 36^m bis 40^m in der Secunde.

3. Kleinere, von der Hauptmasse des den Aequator überschreitenden Rauches theils in nördlicher, theils in südlicher Richtung abgetrennte Rauchwolken bleiben im Allgemeinen gegen die Hauptbewegung zurück.

4. Wird ein Schiff mit westlichem Curs von einer solchen Wolke erreicht, so ist zuerst eine blaue oder grüne Färbung der Sonne, und erst später eine ungewöhnliche Steigerung der Dämmerungsfarben bemerkbar. Nun lässt sich experimentell nachweisen, dass die genannten Sonnenfärbungen durch jeden hinreichend feinen und dichten Rauch, völlig unabhängig von der chemischen Zusammensetzung seiner Bestandtheile hervorgerufen werden, während intensive Diffractionsfarben nur durch »homogenen« d. h. aus gleich grossen Stofftheilchen bestehenden Nebel erzeugt werden können. Die Reihenfolge, in welcher die genannten Erscheinungen auftreten, ist also ein indirecter Beweis für die Richtigkeit der Annahme, dass dieselben durch Rauchwolken erzeugt werden, welche innerhalb der Atmosphaere in ost-westlicher Bewegung begriffen sind.

5. Auch in SSW Richtung lässt sich die Bewegung einzelner Rauchwolken verfolgen, welche anfänglich ebenfalls eine westliche Geschwindigkeit von 30^m bis 40^m in der Secunde zeigen, aber bereits von Mitte September ab bis 40° südlicher Breite vorgedrungen sind, und in Australien, Africa und America ihren optischen Einfluss geltend machen.

6. Neben diesen beiden, die Erdoberfläche in westlicher Richtung umkreisenden Bewegungen, ist auch eine in NNO Richtung fortgetriebene Rauchwolke längs der chinesischen Küste bis Japan deutlich zu verfolgen. Dieselbe ist nach Beobachtungen, welche mir durch gütige Vermittelung der deutschen Gesandtschaft in Peking zugegangen sind, auf den Leuchtthürmen »Fisher Island«, »Middle Dog«, »Chefoo« und am 30. August auch in Tokio beobachtet worden, was einer Maximal-Geschwindigkeit von 20^m in der Secunde entspricht.

7. Im NO von Krakatau sind unmittelbar nach dem Ausbruch auffallenden Erscheinungen nicht wahrgenommen worden; daher dürfen die erst 14 Tage später auf Borneo (Labōean Island und Elopura) beobachteten Sonnenfärbungen der Wirkung der nach einmaligem Umlauf um die Erde von Osten kommenden Rauchmassen zugeschrieben werden. Hingegen wurde in östlicher Richtung in Boeleleng auf Bali zwei bis drei Tage nach dem Ausbruch eine erhebliche Trübung der

Sonne und auf Neu Irland (5° S, 152° O) eine ungewöhnliche Färbung des Himmels beobachtet. Es scheint also auch eine unbedeutende östliche Luftströmung vorhanden gewesen zu sein.

Es sind von competenter Seite Bedenken dagegen erhoben worden, die vom Winter 1883/84 an bis zum Herbst 1885 innerhalb des ganzen Gebietes der gemässigten Zonen beobachteten optischen Erscheinungen in ursächlichen Zusammenhang mit dem Krakatau-Ausbruch zu bringen. Die Menge der in die Atmosphaere geschleuderten Stofftheilchen sei zu gering, um bei einer Ausbreitung über einen so grossen Theil der gesammten Erdoberfläche noch bemerkbare Wirkungen auszuüben; ferner sei der Einfluss der Schwere auf schwebende Stofftheilchen viel zu bedeutend, als dass Staub sich zwei Jahre lang schwebend in der Atmosphaere erhalten könne.

Beide Einwände erweisen sich einer experimentellen Prüfung gegenüber als nicht stichhaltig. Es lässt sich leicht zeigen, dass Luft, welche mit äusserst feinem Cementstaub oder künstlich zu feinem Mehl zerriebenem Krakatau-Staub geschwängert ist, auf die Entwickelung homogenen, d. h. aus gleich grossen Wasserkügelchen bestehenden Nebels nur geringen Einfluss hat, im Vergleich mit der mächtigen nebelbildenden Wirkung, welche von solchen Verbrennungsgasen ausgeübt wird, welche direct optisch kaum bemerkbar sind. Für die Erkenntniss der Ursachen, welche den oben erwähnten optischen Erscheinungen zu Grunde liegen, ist daher die Bestimmung der Quantität der festen Bestandtheile des Krakatau-Auswurfs ohne jeden Belang.

Dies wird auch durch die im Sommer 1831 unmittelbar nach dem submarinen Ausbruch der Insel Ferdinandea beobachteten Erscheinungen bestätigt. Die Entwickelung schwefelhaltiger Verbrennungsproducte war damals so gross, dass die deutschen Naturforscher Prof. Hoffmann, Dr. Philippi und Schultz Ende Juli in Sciacca verschiedene silberne Geräthschaften fanden, welche deutlich durch die vom Vulcan herübergewehten Gasarten angegriffen waren. Die Höhe, bis zu welcher die durch Prof. Hoffmann vom Berg S. Galogero aus gemessenen und von Dr. Schultz noch am 31. Juli auf der Höhe von Palermo, also in 14 geographischen Meilen Entfernung deutlich beobachteten Rauchmassen emporgeschleudert waren, muss mindestens 20^{km} betragen haben. Bemerkenswerth ist es, dass diese im Süden von Sicilien (37° N, 12° O) in die Atmosphaere geschleuderten Gase ihre optischen Wirkungen in den Tagen vom 2. bis 4. August fast gleichzeitig in Madrid, Genua, Rom, Berlin, Odessa, Irkutsk und Werchneudinsk geltend machten. Die ausführlichen aus diesen Orten vorliegenden von mir gesammelten Berichte beweisen, dass überall dieselbe

optische Wirkung einer sehr hoch liegenden Nebelschicht beobachtet worden ist.

Die Frage der Suspensionsdauer der Rauchmassen und der durch dieselben erzeugten Condensationsproducte in hohen Atmosphaerenschichten findet ebenfalls auf experimentellem Wege eine durchaus befriedigende Lösung. Aus einer grösseren Reihe von Versuchen mit äusserst feinem Rauch, dessen Bestandtheile eine mikroskopische Messung nicht mehr zuzulassen scheinen, ergiebt sich bei gewöhnlichem Luftdruck eine Fallgeschwindigkeit von $0^{m}003$ in der Minute. In einer Höhe von 20^{km} würde (bei Anwendung der FERREL'schen Formel) diese Geschwindigkeit etwa $0^{m}01$ betragen; es würde also innerhalb eines Jahres bei völlig ruhiger Luft höchstens ein Weg von 5300^{m} zurückgelegt werden können.

Ausgegeben am 24. Juni.

1886.
XXXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

10. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

Hr. Conze las über die Kaisertempel in Pergamon.

Ausgegeben am 24. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1886.
XXXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

24. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Zeller las über die zeitgeschichtlichen Beziehungen der platonischen Theaetet.

Die Mittheilung wird in einem der nächsten Hefte der Sitzungsberichte erfolgen.

2. Hr. du Bois-Reymond legte eine Mittheilung von Hrn. Prof. Dr. Steiner in Heidelberg vor über das Centralnervensystem der grünen Eidechse, nebst weiteren Untersuchungen über das des Haifisches.

Die Mittheilung erfolgt umstehend.

3. Durch Ministerialrescript vom 4. Juni sind auf Antrag der Akademie 2500 Mark für die Fortsetzung der Jacobi'schen Werke angewiesen worden.

Über das Centralnervensystem der grünen Eidechse, nebst weiteren Untersuchungen über das des Haifisches.

Von Prof. Is. Steiner
in Heidelberg.

(Vorgelegt von Hrn. E. du Bois-Reymond.)

I.

Indem ich mich beehre, der Akademie die Ergebnisse der in den Monaten April und Mai in Catania an dem Centralnervensystem der grünen Eidechse *(Lacerta viridis)* ausgeführten Versuche in Kürze mitzutheilen, verbinde ich damit den ergebensten Dank für die mir zum Zweck dieser Forschungsreise gewährten Mittel.

Wenn man von den Amphibien zu den Reptilien aufsteigt, so stösst man hier bei der Technik der Versuche auf eine neue, sehr erhebliche Schwierigkeit, welche darin gegeben ist, dass die einzelnen Hirnabtheilungen nicht mehr, wie dort, in einer Ebene liegen, sondern dass sie terrassenförmig über einander geschoben sind. Durch besondere Kunstgriffe mussten und konnten diese Schwierigkeiten überwunden werden. Um die so sehr lebhaften Thiere für die Operation gefügig zu haben, ist es am besten, sie zu aetherisiren, ein Verfahren, welches bei einiger Aufmerksamkeit völlig gefahrlos und auf der anderen Seite unentbehrlich ist.

1. Abtragung des Grosshirns.

Nach einem und mehreren Tagen findet man das Thier unbeweglich auf einem Platze, gleichsam wie schlafend, die Augenlider geschlossen oder sie von Zeit zu Zeit öffnend und wieder schliessend. Berührt man es, so öffnet es die Augen und erhebt sich lebhaft (wie aus dem Schlafe erwachend), um auf neue Berührung zu entfliehen, wobei man beobachten kann, dass die Bewegungen völlig normale sind. Nach Zurücklegung eines kürzeren oder längeren Weges verfällt es wieder in vollkommene Ruhe. Regt man es zu neuen Be-

wegungen an, so kann man bemerken, dass es furchtlos auf den Beobachter zuläuft (was ein normales Thier niemals thut) und dass es vor drohenden Geberden, welche man nahe vor seinen Augen mit den Händen ausführt, niemals zurückweicht oder mit den Lidern zuckt. Stellt man aber Hindernisse in den Weg, so umgeht es dieselben ausnahmslos.

Das Thier ist also nicht blind, sieht aber nicht, bezw. erkennt nicht mehr, wie unter normalen Verhältnissen, die ihm drohenden Gefahren und versäumt daher, ihnen aus dem Wege zu gehen.

Der Wille ist vollkommen erloschen und eine spontane Nahrungsaufnahme ausgeschlossen. Trägt man nur eine Seite des Grosshirns ab, etwa die rechte, so macht das Thier willkürliche Bewegungen, aber es reagirt nur auf Bedrohung des rechten Auges, niemals links. Die rechtsseitige Abtragung des Grosshirns schafft also im Gesichtsfelde des linken Auges denselben Defect, wie die doppelseitige Abtragung für das beiden Augen gemeinsame Gesichtsfeld.

Dies Ergebniss fügt sich überraschend günstig in die Entwickelungsreihe ein, welche ich früher für das Grosshirn der Wirbelthiere aufgestellt habe[1], und lehrt die völlige Stetigkeit dieser Entwickelung.

Der zweite Versuch controlirt zugleich sehr wirksam den ersten, indem er nachweist, dass der im Gesichtsfelde vorhandene Defect nicht Folge der mechanischen Laesion, sondern eine wirkliche Ausfallserscheinung darstellt.

2. Abtragung des Zwischenhirns.

Da die Abtragung des Zwischenhirns auch die des Grosshirns mit sich bringt, so findet man die so operirten Thiere unbeweglich. Wenn man sie anstösst, so fangen sie an zu laufen, aber unerwarteter Weise so, dass sie nach je zwei bis drei Schritten mit erhobenem Schwanze und etwas zurückgebeugtem Kopfe einen grossen Sprung machen, gerade so, wie die unversehrten Thiere es zu thun pflegen, wenn sie von einer senkrechten Mauer herunterspringen oder wenn sie energisch verfolgt werden.

3. Abtragung des Mittelhirns.

Wir unterscheiden auch hier die Decke und die Basis des Mittelhirns und werden die Decke gesondert abtragen und darauf folgen lassen die gemeinsame Abtragung beider Theile.

---

[1] Über das Grosshirn der Knochenfische. Diese Berichte 1886. S. 8.

A. Abtragung der Decke des Mittelhirns.

Die Willkür und die Bewegungen als solche sind erhalten; letztere scheinen vollkommen normal zu sein. Setzt man dem Thiere Hindernisse in den Weg, so weicht es aus, aber es flieht nicht auf Drohungen; es scheint amblyopisch zu sein. Daraus folgt, dass die Mittelhirndecke nicht alle centralen Elemente des Sehens enthalten kann, sondern, dass noch anderweitig solche Elemente vorhanden sein müssen, wofür das Zwischenhirn heranzuziehen wäre.

Einseitige Abtragung z. B. der rechten Mittelhirndecke schafft denselben Zustand für das linke Auge.

B. Abtragung des ganzen Mittelhirns.

Nach dieser Operation bleibt die Locomotion des Thieres erhalten, aber, wie beim Frosche, tritt auch hier deutlich die Neigung auf, rückwärts zu gehen. Trägt man nicht das ganze Mittelhirn ab, sondern lässt etwa die hintere Hälfte stehen, so erscheint der Rückwärtsgang in so auffallender Weise, dass im Vergleich dazu dieselbe Bewegung beim Frosche nur andeutungsweise vorhanden ist. Bei der Eidechse wäre die Auffindung dieser Locomotionsform viel leichter gewesen, als es beim Frosche geschehen konnte.

4. Abtragung des Kleinhirns.

Diese Operation scheint ohne Folgen zu verlaufen.

5. Abtragung des vordersten Theiles des Nackenmarkes.

Man legt den Schnitt durch das Nackenmark, wie beim Frosche, gerade hinter das Kleinhirn, worauf die Locomotion endgültig verschwindet. Wie beim Frosch und Fisch liegt also das allgemeine Bewegungscentrum im Nackenmark.

6. Beobachtungen am Rückenmark.

Das unter 5. beschriebene Praeparat macht keine Locomotionen mehr, sondern giebt auf Reiz nur die bekannten Reflexbewegungen. Wenn man den Kopf völlig abschneidet und mit der Scheere von vorn nach hinten Stücke des Rumpfes von $1-1^1/_2{}^{cm}$ abträgt, so stösst man etwa im Beginn der hinteren Hälfte des Rumpfes auf die merkwürdige Erscheinung, dass der übrige Theil, also etwa Becken, hintere Extremitäten und Schwanz, anscheinend spontan regelmässige Bewegungen ausführen. Was an diesen Bewegungen aber am meisten überrascht, das ist der völlige Charakter von Locomotionen. Ich habe diese auffallenden Bewegungen schliesslich als Locomotionen an-

erkennen müssen, obgleich sie vor der Hand meiner nunmehr an drei Thierclassen entwickelten Theorie eines allgemeinen Bewegungscentrums zu widersprechen scheinen. Aber das Eine schien klar, dass ein Verständniss dafür nur in weiteren Beobachtungen am Haifisch zu gewinnen war, die später angestellt wurden und von denen sogleich die Rede sein wird. Die Untersuchungen über die Reflexbewegungen des Rückenmarkes werden in der ausführlichen Darstellung mitgetheilt werden.

7. Die Zwangsbewegungen.

Die Zwangsbewegungen verlaufen hier wesentlich nach denselben Gesetzen, wie beim Frosche, bedürfen also zunächst keiner weiteren Beschreibung.

II.

In meinem ersten Berichte über das Centralnervensystem des Haifisches war angegeben worden, dass nach Abtragung des Mittelhirns die Locomotion erhalten bleibt, dass sie aber verschwindet, wenn man einen Schnitt durch das Nackenmark, etwa unterhalb des Abganges der Athemnerven macht.[1] Daraus folgte die Lage des allgemeinen Bewegungscentrums wie beim Frosch (und auch wie bei den Knochenfischen). Mich in dieser Richtung noch weiter mit dem Rückenmark des Haifisches zu beschäftigen, lag zunächst zu jener Zeit keine Veranlassung vor. Als ich aber das oben geschilderte Verhalten des hinteren Theiles der Eidechse kennen gelernt und durch allmähliches Experimentiren begriffen hatte, dass nur der Haifisch jene seltsame Erscheinung verständlich machen könne, musste ich an eine erneute und erweiterte Untersuchung des Rückenmarkes des Haies gehen, die den Gesichtspunkt zu verfolgen hatte, ob nicht hier dem Eidechsenschwanz ähnliche Bewegungen am Rückenmark aufzufinden wären.

Man nehme einen kräftigen Haifisch (*Scyllium canicula* oder *Mustelus laevis*) von der oben angegebenen Länge, schneide ihm ausserhalb des Wassers in der Höhe der Kiemen einfach den Kopf ab, warte einen Augenblick und setze nunmehr den kopflosen Rumpf zurück in das Becken, so beobachtet man mit nicht geringer Verwunderung, wie dieser Torso sich anscheinend vollkommen normal und mit vollständigem Gleichgewichte durch die Fluthen bewegt. Wenn man denselben Schnitt etwas weiter nach hinten nur bis durch das Rückenmark führt, die klaffende Wunde durch eine Naht schliesst und diesen Fisch, welcher regelmässig athmet, in das Wasser setzt, so bewegt

[1] Über das Centralnervensystem des Haifisches u. s. w. Diese Berichte 1886. S. 495.

sich derselbe scheinbar wie ein unversehrtes Thier, obgleich der Kopf gewissermaassen nur als todte Masse an dem Rumpfe hängt. Noch 24 Stunden nachher konnte dieser Fisch den Umstehenden als normal vorgestellt werden: Niemand ahnte die tiefe Laesion. Dieselbe Locomotion vollführt der abgeschnittene Schwanz.

Nunmehr stiegen Zweifel in mir auf, ob die frühere Angabe noch richtig ist, dass nach querer Durchtrennung im Nackenmarke die Locomotion aufhöre, ob ich nicht das Opfer eines Irrthums geworden war. Eine erneute Prüfung durch bestimmt localisirte Schnitte im Nackenmark lehrte die Richtigkeit meiner früheren Beobachtung: es giebt im Nackenmarke eine Zone, innerhalb deren Querschnitte ausnahmslos die Locomotion vernichten, und in dieser Zone hatte ich mich früher bewegt; tiefer in das Rückenmark hinabzusteigen, lag, wie schon oben bemerkt, zur Zeit keine Veranlassung vor. Also Schnitte durch das Nackenmark, in der Nähe des Überganges zum Rückenmark angelegt, machen letzteres gleichsam frei und es vollführt seinerseits nun ganz normale Locomotionen. Das will heissen, dass, wenn Rückenmark und Gehirn mit einander verbunden werden, eine neue Maschine entsteht, welche nach gewissen allgemeinen Gesetzen thätig ist, unter denen uns hier das eine interessirt, dass das Rückenmark der Führung des allgemeinen Bewegungscentrums im Nackenmarke unterliegt und seine Selbständigkeit aufgeben muss. Löst man aber diese Verbindung, so erlangt das Rückenmark seine Freiheit wieder und vollführt die Locomotionen, ganz wie ich es vom Amphioxus beschrieb.

Mit demselben Lichte ist endlich die locomotorische Thätigkeit des abgelösten Hintertheiles der Eidechse zu beleuchten.

Bis hierher reiht sich Versuch an Versuch in logischer und begreiflicher Folge. Vollkommen unerwartet aber ist folgende Thatsache: Wenn man einen Haifisch durch einseitige Abtragung des Mittelhirns in die Kreisbewegung gezwungen hat und man nach 24 Stunden in der oben angegebenen Weise demselben den Kopf abschneidet, so verbleibt das übrig bleibende Rückenmark gegen alle Erwartung in demselben Kreisgange, da man doch am unversehrten Thiere durch einseitige Verletzung des Rückenmarkes niemals Zwangsbewegungen zu erzeugen vermag.

Wenn mich nicht Alles trügt, so birgt dieser Versuch ein wichtiges biologisches Princip, über welches ich aber erst nach mehr eingehender Untersuchung eine Äusserung wagen möchte.

Über eine in zwei Zipfel auslaufende, rechtsseitige Vorderflosse bei einem Exemplare von Protopterus annectens Ow.

Von Prof. Dr. Paul Albrecht
in Hamburg.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer am 27. Mai [s. oben S. 525].)

Hierzu Taf. VI.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle einen für die Lehre von dem morphologischen Werthe der freien Gliedmaassen, wie ich glaube, wichtigen Befund zu veröffentlichen, den ich im Jahre 1877 in der Sammlung des Königlichen anatomischen Institutes zu Königsberg machte. In der genannten Sammlung befanden sich nämlich zu jener Zeit zwei Exemplare in Alkohol conservirter, ganzer Thiere von *Protopterus annectens* Ow. Eines derselben, das auf Taf. VI abgebildete Exemplar, zeigte die linke Schulterflosse wie die beiden Beckenflossen in der so häufig beschriebenen Weise als einfachen, bis zur Spitze ungetheilt verlaufenden Faden (s. Fig. 2), die rechte Schulterflosse jedoch gegen ihr distales Ende hin in zwei Zipfel, einen dorsalen und einen ventralen, getheilt (s. Fig. 1). Durch die grosse Güte des Hrn. Prof. Dr. Stieda habe ich das in Rede stehende Thier leihweise jetzt hierher nach Hamburg erhalten, wo ich dasselbe auf das Genaueste habe zeichnen lassen.

Wenn man das Thier aus dem Alkohol nimmt und einige Minuten trocknen lässt, so sieht man deutlich durch die Haut die einzelnen Gliedstücke der knorpeligen Skeletgrundlage der freien Gliedmaassen hervortreten. Diese Gliederung des Knorpelstrahles ist sowohl an dem dorsalen wie an dem ventralen Zipfel der rechten Schulterflosse zu constatiren. Es theilt sich also auch die knorpelige Axe dieser Gliedmaasse distalwärts in zwei peitschenschnurartige, wiederum gegliederte Endstücke.

Ich bemerke noch, dass sich dorsal über der linken Schulterflosse zwei äussere Kiemen, über der rechten hingegen nur eine

befindet, deren Dimensionen ebenfalls genau in der Tafel wiedergegeben sind.

Für die Theorie von dem morphologischen Werthe der freien Gliedmaasse ist dieses Praeparat, wie mir scheint, schon deshalb von grosser Bedeutung, weil die Goette-Wiedersheim'schen Ansichten vom Ulnar- und Radialstrahl[1] durch dasselbe eine auf den ersten Blick hin geradezu schematische Bestätigung erhalten. Der dorsale Zipfel der rechten Vorderflosse (Fig. 1) wird eben der Ulnar-, der ventrale der Radialstrahl.

Ich selbst nehme zwar ursprünglich nur Einen Strahl an, der bei *Protopterus* für gewöhnlich eben durch den ganzen gegliederten Axenstrahl der Extremität gebildet wird, bei *Ceratodus* uns als Axenstrahl imponirt und den ich bei den Amphibien und Amnioten durch den dritten Finger bez. die dritte Zehe lege, so dass also Radius (Tibia) und Ulna (Fibula) selbst als Theile von Nebenstrahlen anzusehen sind.[2]

Doch zeigt dieses Praeparat eben, dass auch der Axenstrahl selbst einer Theilung in einen Epi- und einen Hypodaktylus, wie eine solche in solch regelmässiger und schöner Weise bei den Selachiern auftritt, fähig ist.[3]

---

[1] S. Wiedersheim: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere auf Grundlage der Entwickelungsgeschichte. Jena 1882, Fig. 133 und 134.

[2] P. Albrecht: Sur les homodynamies qui existent entre la main et le pied des mammifères. Bruxelles 1884. pag. 8.

[3] S. hierüber das demnächst im Centralblatt für Chirurgie erscheinende Originalreferat eines von mir auf dem letzten Chirurgencongresse über die morphologische Bedeutung überzähliger Finger und Zehen gehaltenen Vortrages.

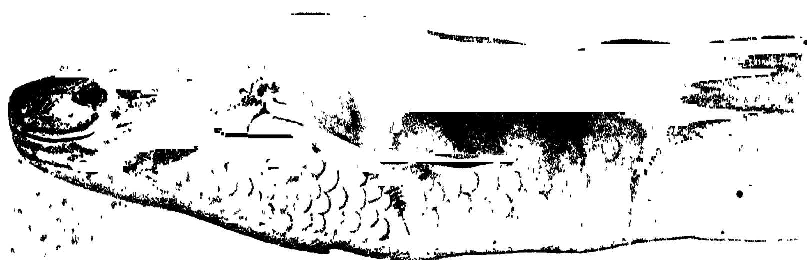
Ausgegeben am 1. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

Fig 1



Fig 2



P Albrecht Zweizipfelige Vorderflosse

von Protopterus annectens Ow